

Samuli Räsänen

Palokatkojen huomiointi LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

28.3.2018

Tekijä Otsikko	Samuli Räsänen Palokatkojen huomiointi LVI-suunnittelussa
Sivumäärä Aika	42 sivua + 7 liitettä 28.3.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	projektimanageri Pekko Sinervo lehtori Katri Onnela
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli koota tietoa palokatkoista ja siitä, miten palokatkot tulisi huomioida LVI-suunnittelussa, jotta välttyttäisiin ongelmatilanteilta asennusvaiheessa. Työssä tutkitaan ja vertaillaan eri palokatkotuotetoimittajien tuotteita ja niiden vaatimusten eroavaisuuksia toisistaan. Työn tarkoitus on myös auttaa LVI-suunnittelijaa havaitsemaan vaikeasti toteutettavissa olevat palokatkot ja erityistapaukset, jotta ne voidaan huomioida, merkitä suunnitelmiin ja ratkaista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.</p> <p>Työn alkuosassa luodaan katsaus rakennuksia, rakenteita sekä materiaaleja ohjaaviin paloturvallisuuteen liittyviin lakeihin, rajoituksiin ja määräyksiin. Tutkimusosiossa vertailtiin ja koottiin tietoa useiden palokatkotuotetoimittajien eri putkimateriaaleille sopivista tuotteista ja tarkasteltiin, onko palokatkotuotteiden välillä eroavaisuuksia ja vaikutuksia LVI-suunnitteluun.</p> <p>Työn perusteella voidaan todeta, että LVI-suunnittelijan on syytä perehtyä palokatkoihin ja niiden vaatimuksiin, sekä tehdä tiivistä yhteistyötä muiden asiaa koskevien alojen suunnittelijoiden kanssa, jotta palokatkot tulee suunniteltua ja asennettua määräysten mukaisesti. Palokatkotuotetoimittajien ja -tuotteiden välillä on huomattavia eroja niiden ohjearvojen mukaisissa vaatimuksissa. Työn tuloksena saatiin informatiivinen dokumentti, joka perehdyttää LVI-suunnittelijaa palokatkojen eroavaisuuksista ja vaatimuksista.</p>	
Avainsanat	palokatko, LVI-suunnittelu, paloturvallisuus

Author Title	Samuli Räsänen Firestops in HVAC design
Number of Pages Date	42 pages + 7 appendices 28 March 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Pekko Sinervo, Project Manager Katri Onnela, Senior Lecturer
<p>The goal of this final year project was to gather information about firestops and how to take them into consideration in HVAC design to prevent installation problems. The project looked at and compared several firestop product manufacturers and their products regulations. The goal of this project was also to help HVAC designers to notice situations where the firestop is difficult or impossible to install.</p> <p>The laws, restrictions and regulations governing buildings, structures and materials were studied in the beginning of the project. Furthermore, various products of several firestop product manufacturers were studied, and the differences in the installation of the product, as well as the possible impact on HVAC design were compared.</p> <p>In conclusion, HVAC designers should study firestops and regulations, and their demands, so that firestops can be planned and installed properly. In addition, the result of the project is an informative document which educates HVAC designers about the differences, regulations and demands of firestops.</p>	
Keywords	firestop, HVAC design, fire safety

Sisällys

Sanastoa

1	Johdanto	1
2	Palokatkosten määräykset	2
2.1	Lainsäädäntö	2
2.2	Määräykset ja ohjeet	2
2.3	CE-merkintä ja ETA-hyväksyntä	3
3	Paloluokat ja palo-osastointi	4
3.1	Rakennukset	4
3.2	Rakenteet	5
3.3	Materiaalit	6
4	Palokatkot ilmanvaihtojärjestelmissä	8
4.1	Palopellit	8
4.2	Osastoivan rakenteen lävistävät kanavat	15
5	Palokatkot muovi- ja komposiittiputkissa	23
5.1	Muoviputket	23
5.2	Komposiittiputket	29
6	Palokatkot teräs- ja kupariputkissa	32
6.1	Kupariputket	32
6.2	Teräsputket	34
7	Yhteenveto	38
	Lähteet	39

Liitteet

- Liite 1. Nullifire FR150 putkimansetti -detaljikuva
- Liite 2. Nullifire FS701 palokatkomassa -detaljikuva
- Liite 3. Nullifire FB747-50 palokatkolevy -detaljikuva
- Liite 4. Nullifire FS705 palokatkomassa -detaljikuva
- Liite 5. Nullifire FF177/197 palovaaho -detaljikuva
- Liite 6. Nullifire FS701 palokatkomassa -detaljikuva

Liite 7. Nullifire FR220 palokatkomassa -detaljikuva

Sanastoa

ETA	eurooppalainen tekninen arviointi
Osastoiva rakennusosa	rakennusosa, joka erottaa palo-osastoja ja täyttää asetetun paloluokan vaatimukset
Paloakryyli	akryylipohjainen saumaukseen sekä tiivistykseen käytettävä paloluokiteltu ja -testattu massa
Palokatkoalevy	palosuojapinnoitettu kivivillapohjainen palonkestävä levy
Palokatkomansetti	muoviputken ympärille asennettava palotilanteessa turpoava ja tiivistyvä kaulus.
Palokatkomassa	kipsi-, vermikuliitti tai sementtiseideainepohjainen massa, jolla täytetään läpivientien tyhjät alueet
Palokatkonauha	muoviputken ympärille putken ja rakenteen väliin asennettava palotilanteessa laajeneva nauha
Palopelti	ilmanvaihtokanavistoon asennettava palonrajoitin, jonka avulla estetään palon leviäminen palo-osastosta toiseen
Palo-osasto	Rakennuksen osa, josta palon leviäminen toisiin palo-osastoihin on estetty määrätyn ajan.
Putkiläpivienti	lämmitys, viemäri, ilmanvaihto, käyttövesi-, jäähdytys- tai muun putken osastoivan rakennusosan lävistävä reikä

1 Johdanto

Palokatolla tarkoitetaan eri palo-osastojen välisten läpivientien paloeristystä ja tiivistystä. Sen tärkein tehtävä on estää liekkien, kuumuuden ja savukaasujen leviäminen läpivientien kautta rakenteessa. Tulipalon sattuessa henkilövahingot ja kustannukset voivat olla suuret, jos palokatkoja ei ole suunniteltu ja toteutettu määräysten mukaisesti. [1.]

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa palokatkoista ja siitä, miten palokatkot tulisi huomioida LVI-suunnittelussa, jotta välttyttäisiin ongelmatilanteilta asennusvaiheessa. Työssä tutkitaan ja vertaillaan eri palokatkotuotetoimittajien tuotteita ja niiden vaatimusten eroavaisuuksia toisistaan.

Tämä työ käsittelee ainoastaan LVI-tekniikkaan liittyviä palokatkoja. Työssä ei siis käsitellä esimerkiksi sähkö- tai automaatiojärjestelmiä ja näiden palokatkoja. Työssä ei myöskään oteta sen suuremmin kantaa tekniikan asennettavuuteen ja siihen liittyviin ohjeisiin ja määräyksiin.

Työn teoriaosuudessa käsitellään rakennusten, rakenteiden sekä materiaalien paloturvallisuuteen liittyviä lakeja, rajoituksia ja määräyksiä. Osiossa kerrotaan myös rakenteiden luokitteluperusteet ja käytettyjen lyhenteiden tarkoitukset. Tutkimusosiossa vertaillaan useiden palokatkotuotetoimittajien eri putkimateriaaleille sopivia tuotteita ja tarkastellaan, onko palokatkotuotteiden välillä eroavaisuuksia ja vaikutuksia LVI-suunnitteluun.

2 Palokatkosten määräykset

2.1 Lainsäädäntö

Lakeja, jotka vaikuttavat olennaisesti palokatkoihin, ovat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä työturvallisuuslaki. Lait eivät suoranaisesti ota kantaa siihen, kuinka palokatkot tulisi toteuttaa, vaan laki esittää edellytykset turvalliselle rakennukselle. [1.]

Maankäyttö- ja rakennuslaissa olennainen osa on 13 § Suomen rakentamismääräyskokoelma, jossa annetaan maankäyttö- ja rakennuslakia täydentäviä rakentamiseen liittyviä teknisiä ja näitä vastaavia yleisiä määräyksiä ja ohjeita. Nämä julkaistaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoitteita, ja niitä tulee noudattaa rakentamisessa. Määräykset koskevat uudisrakennuksia. Korjaus- ja muutostöissä määräyksiä sovelletaan, ellei määräyksissä nimennomaisesti toisin määrätä. [2.]

Toinen palokatkoihin vaikuttava osa Maankäyttö- ja rakennuslaissa on pykälä 117 b § paloturvallisuus, jossa veloitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtivan, että rakennus sekä suunnitellaan että rakennetaan paloturvalliseksi rakennuksen käyttötarkoitus huomioiden. Tulipalon ja savun kehittymistä ja leviämistä rakennuksessa on pysyttävä rajoittamaan. Tämän lisäksi riski palon leviämisestä viereisiin rakennuksiin on minimoitava. Rakentaessa rakennusta on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja. [2.]

2.2 Määräykset ja ohjeet

Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältää lakeja ja asetuksia tarkentavia määräyksiä ja ohjeita. Rakentamismääräyskokoelman osa E sisältää paloturvallisuuteen liittyvät määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta astui voimaan 1.1.2018 ja korvasi rakentamismääräyskokoelman osan E1, joka sisälsi rakennusten paloturvallisuuden määräykset ja yleiset ohjeet. Uuden asetuksen lähtökohtana on nykyisen rakenteellisen paloturvallisuustason säilyttäminen, mutta se sisältää useita muutoksia ja tarkistuksia aiempiin määräyksiin verrattuna. Asetusta täydennetään muilla kokoelman E osilla. Olennainen vaatimus asetuksessa on se, että palon ja savun kehittymisen sekä leviämisen on oltava rakennuksissa rajoitet-

tua. Rakennusosat eri palo-osastojen välillä ja niihin liittyvät tekniikat ja laitteet on tehtävä siten, että palo ei pääse leviämään osastosta toiseen rakenteelle määritetyn palonkestoajan aikana. Asetuksessa myös mainitaan, että osastoivan rakennusosan läpi saa johtaa tarpeelliset putkien, roilojen, kanavien ja hormien edellyttämät läpiviennit edellyttäen, etteivät ne olennaisesti heikennä rakennusosan osastoivuutta. [3.]

2.3 CE-merkintä ja ETA-hyväksyntä

Rakennustuotteiden CE-merkinnän tavoitteena on poistaa kansallisten tuotehyväksyntämenettelytapojen eroavaisuudet. CE-merkintä rakennustuotteessa todistaa, että tuote täyttää rakennustuoteasetukseen 305/2011 perustuvat vaatimukset ja näin ollen on myyntikelpoinen koko Euroopan talousalueella. Rakennustuotteiden CE-merkintä harmonisoidun eli yhdenmukaistetun tuotestandardin kattamille tuotteille on ollut pakollinen EU:n jäsenmaissa 1.7.2013 alkaen. [4.]

CE-merkintää ei vaadita, jos käytettävä tuote valmistetaan tilauksesta kohdekohtaisesti muuten kuin sarjatyönä tai tuote valmistetaan rakennuspaikalla ja tuotteen asennuksesta vastaa valmistaja. Jos tuotteella ei ole harmonisoitua tuotestandardia, mutta on eurooppalainen tekninen arviointi (ETA), voi tuotteen valmistaja hakea CE-merkintää eurooppalaisen vapaaehtoisen teknisen arvioinnin avulla. [4.] Suomessa ETA-hyväksynnot myöntää VTT Expert Services Oy. ETA on aina valmistajakohtainen. ETA-hyväksynnässä esitetään tuotteen tai sovelluksen kuvaus ja käyttötarkoitus sekä tuotteen ominaisuudet ja ominaisuusluokat olennaisesti tuotetta koskevien vaatimusten osalta. [5.]

3 Paloluokat ja palo-osastointi

3.1 Rakennukset

Rakennukset jaotellaan neljään eri paloluokkaan: P0, P1, P2 ja P3. Rakennus voidaan jakaa useaan eri paloluokkaan, mikäli palon leviäminen osasta toiseen on estetty palomuurilla, eli seinällä joka estää palon leviämisen sekä kestää sortumatta sille määrätyn ajan. Paloluokkia P1, P2 ja P3 käytetään, kun rakennus suunnitellaan ympäristöministeriön rakennusten paloturvallisuutta koskevan asetuksen mukaisten luokkien ja lukuarvojen perusteella. Paloluokkaan P1 kuuluvan rakennuksen kokoa tai henkilömäärää ei ole rajoitettu. Paloluokkaan P2 ja P3 kuuluvien rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset on esitetty taulukoissa 1 ja 2, ja henkilömäärää sekä paikkalukua koskevat rajoitukset taulukossa 3. [3.]

Jos rakennus suunnitellaan käyttäen suurelta osin tai kokonaan oletettuun palonkehitykseen perustuvaa menettelyä, on käytettävä paloluokkaa P0. Tällöin vaatimusten täyttyminen on todistettava tapauskohtaisesti rakennuksen ominaisuudet ja käyttöhuomioiden. Oletettuun palonkehitykseen perustuvassa suunnittelussa käytettävien menetelmien kelpoisuus on oltava osoitettu. Rakennuslupamenettelyn yhteydessä on pystyttävä esittämään suunnittelun perusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset. [3.]

Taulukko 1. Käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset P3-paloluokan rakennuksissa [3]

Rakennus	Kerros-luku enintään	Korkeus ¹⁾ enintään	Kerrosala enintään
1-kerroksinen, yleensä	1	9 m	2 400 m ² (4 800 m ² *)
2-kerroksinen, yleensä	2	9 m	1 600 m ² (2 400 m ² *)
Hoitolaitos	1	9 m	2400 m ²
Tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	14 m	ei rajoitusta
Erillisenä rakennuksena oleva maataloustuotteiden kivi-vaamo	1	18 m	ei rajoitusta
Autosuoja	1	9 m	ei rajoitusta
Asuinrakennus, jonka päällekkäiset kerrokset kuuluvat eri asuinhuoneistoon	ei sallittu	ei sallittu	ei sallittu

¹⁾ Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.

²⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.

* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Taulukko 2. Käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset P2-paloluokan rakennuksissa [3]

Rakennus	Kerrosluku enintään	Korkeus ¹⁾ enintään	Kerrosala enintään
Yleensä	2	9 m	ei rajoitusta
1-kerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Palovaarallisuusluokan 2 tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Yli 2-kerroksinen asuinrakennus, hoitolaitos (pois lukien suljettu rangaistuslaitos), majoitusrakennus ja työpaikkarakennus ³⁾	8 *	28 m *	12 000 m ² *
Yli 2-kerroksinen kokoontumis- ja liikerakennus ³⁾	4 *	14 m *	12 000 m ² *
Yli 2-kerroksinen asuinrakennus, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon ³⁾	4	14 m	12 000 m ²

¹⁾ Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.
²⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.
³⁾ Rakennuksessa ei sallita tiloja, joissa on palokuormaa yli 1200 MJ/m².
 * Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Taulukko 3. Suurin sallittu henkilömäärä tai paikkaluku P2- ja P3-paloluokan rakennuksissa [3]

Rakennuksen paloluokka	P2			P3	
Kerroksia	1	2	yli 2 kerrosta *	1	2
Käyttötarkoitus					
Asunnot, henkilöitä	ei rajoitusta	ei rajoitusta	1 000	250 (500 *)	150 (250 *)
Majoitustilat, majoituspaikkoja	150 (300 *)	50 (100 *)	500	50 (100 *)	10
Hoitolaitokset, hoitopaikkoja	100 (200 *)	25 (50 *)	150	10 (25 *)	ei sallittu
Kokoontumis- ja liiketilat, henkilöitä	ei rajoitusta	250 (500 *)	1 000	500 (1 000 *)	50
Työpaikkatilat, henkilöitä	ei rajoitusta	ei rajoitusta	1 000	250 (500 *)	150
Tuotanto- ja varastotilat, henkilöitä	ei rajoitusta	50 (100 *)	ei sallittu	ei rajoitusta	ei sallittu

Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainitun käyttötarkoituksen mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.
 Mikäli rakennuksessa on eri käyttötarkoituksiryhmiin kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.
 * Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla. Poikkeuksena enintään 14 metriä korkea asuinrakennus, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon.

3.2 Rakenteet

Kantavien ja osastoivien rakennusosien luokitus perustuu niiden palonkestävyyteen. Vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa kokeellisesti tai laskennallisin menetelmin. Rakennusosien vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä ja niiden yhdistelmillä:

- R = Kantavuus. Aika, jonka rakenteen tulee kestää palotilanteessa sortumatta.

- E = Tiiviys. Aika, jonka rakennusosa pysyy tiiviinä liekkejä ja kuumia savukaasuja vastaan palotilanteessa.
- I = Eristävyys. Aika, joka kuluu rakennusosan kylmällä puolella lämpötilan nousuun (yleensä 140 °C).
- M = Iskunkestävyys. Rakennusosan mekaanisten iskujen kestävyys palotilanteessa.

Edellä mainittujen kirjainten ja niiden yhdistelmien jälkeen esitetään rakennusosan palonkesto-aika minuutteina: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Esimerkiksi jos rakennusosan paloluokka on EI60, tulee sen tiivistää ja eristää palotilanteessa 60 minuutin ajan. [6.]

3.3 Materiaalit

Rakennustarvikkeet luokitellaan sen mukaan, kuinka ne vaikuttavat palon syttymiseen ja leviämiseen. Luokat esitetään käyttäen merkintöjä A1, A2, B, C, D, E tai F. Tämän luokituksen lisäksi rakennustuotteille annetaan lisäluokitus niiden savuntuoton ja palavan pisaroinnin mukaan. Savuntuoton luokitus on s1, s2, s3 ja palavan pisaroinnin d0, d1, d2. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty edellä mainitut luokat ja niiden selitykset. [6.]

Taulukko 4. Materiaalien luokat ja selitykset [6]

LUOKKA	SELITYS
A1	Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon
A2	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu
B	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu
C	Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti
D	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä
E	Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä
F	Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty

Taulukko 5. Savun tuoton ja palavien pisaroiden lisäluokat [6]

Savuntuoton lisäluokat		Palavien pisaroiden lisäluokat	
s1	Savuntuotto on erittäin vähäistä.	d0	Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.
s2	Savuntuotto on vähäistä.	d1	Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.
s3	Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia.	d2	Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

A1-luokan materiaalit ovat palamattomia, joten niitä ei yhdistetä mihinkään lisäluokkaan. Luokat A2–D sisältävät lisämääreitä, jotka ilmaisevat savuntuottoa ja palavien pisaroiden esiintymistä (esim. A2-s1, d0). E-luokka ilman lisämäärettä tarkoittaa, ettei materiaalista irtoa palavia pisaroita. F-luokkaan ei liitetä lisämääreitä, koska tämän luokan tuotteen palokäyttäytymistä ei tiedetä. [6.]

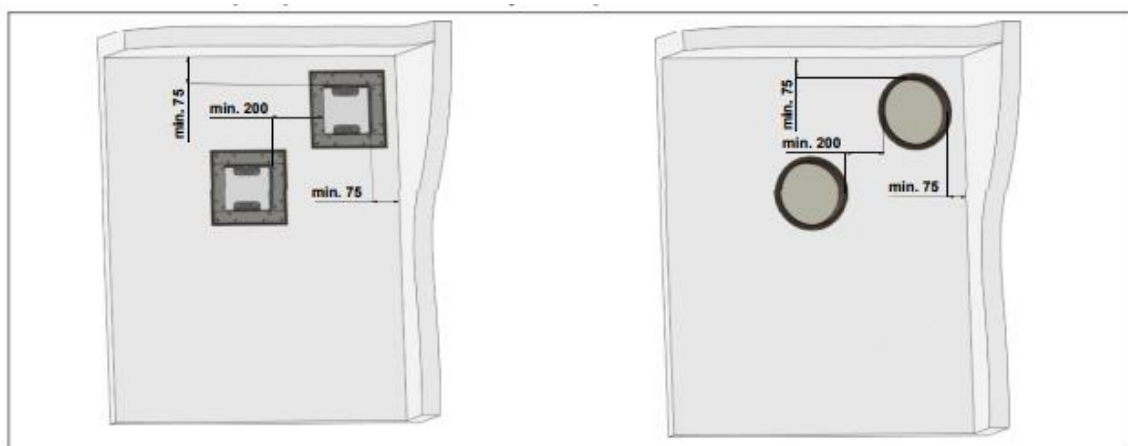
4 Palokatkot ilmanvaihtojärjestelmissä

Palon leviämisen estäminen osastosta toiseen toteutetaan ilmanvaihdon osalta joko palopellillä tai paloeristämällä kanava kauttaaltaan palo-osaston läpi. Palopeltejä ja -eristyskiä valittaessa on syytä perehtyä ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta sekä muihin asetusta tukeviin oppaisiin.

4.1 Palopellit

Palopellin on oltava tyyppihyväksytty tai siitä on tehtävä vastaavat selvitykset. Peltejä on olemassa sekä mekaanisia että moottorilla toimivia. Mekaanisen palopellin luukku sulkeutuu jousiviritteisesti lämpösulakkeen sulaessa. Moottoritoiminen palopelti puolestaan sulkeutuu palotilanteessa moottorilla, joka aktivoituu lämpö- tai savuilmaisimen avulla. Palopelti on asennettava osastoivaan rakennusosaan tiiviisti ja tukevasti. Mikäli palopelti asennetaan irti rakenteesta, on sen ja rakenteen välinen osa paloeristettävä. [7.] Tällöin on noudatettava tarkasti palopeltimallikohtaisia asennusdetaljeja, sillä eri palopeltitoimittajien ja -mallien asennusdetaljeissa on eroja.

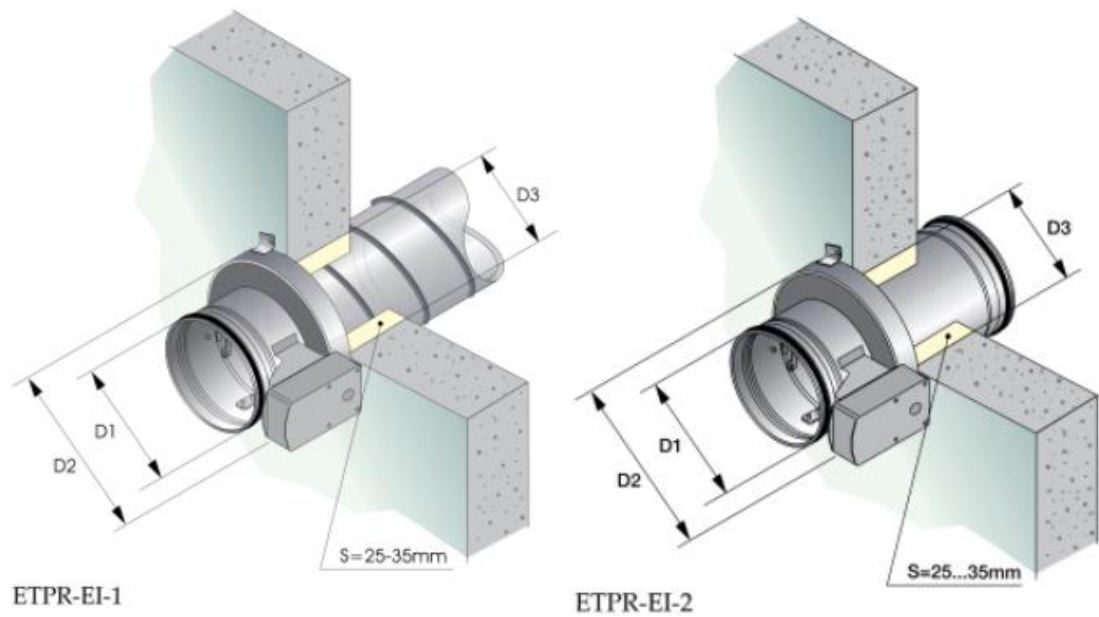
Suunniteltaessa palopeltejä on syytä huomioida kahden tai useamman vierekkäin tai päällekkäin asennettavien palopeltien etäisyys toisistaan. Jos pellin valmistaja ei toisin ilmoita, tulee EN 1366-2 -standardin osan 13.6 mukaan palopeltien etäisyyden olla vähintään 200 mm. Samainen standardi määrää palopellin ja viereisen rakenteen väliseksi vähimmäisetäisyydeksi 75 mm (kuva 1). [8, s. 18]



Kuva 1. Kahden tai useamman palopellin asentaminen yhteen palo-osastorakenteeseen. [9, s. 53]

Palopeltien vaatima asennusaukon koko vaihtelee palopeltien toimittajasta, mallista ja asennustavasta riippuen hyvin paljon, minkä takia onkin vaikeaa määrittellä yhtä oikeaa asennusaukon kokoa kullekin kanavakoolle. Mikäli jo suunnitteluvaiheessa tiedetään, kenen toimittajan ja minkä mallin palopeltejä käytetään, ei luonnollisesti tule ongelmia reikävarausten kokojen määrittämisessä, koska tiedot ovat helposti saatavissa valmistajalta.

Palopeltien toimittaja- ja mallikohtaisesti tehtyjen vertailujen perusteella saatiin kuitenkin selville, kuinka suuri reikävaraus palopeltiä varten tulisi suunnitella, jos käytettävää palopeltimallia ei vielä tiedetä. Mikäli pyöreä kanava lävistää massiivirakenteisen seinän tai välipohjan, on turvallista valita palopellin asennusaukon kooksi kanavan halkaisija + 50–70 mm (kuva 2 ja taulukot 6 ja 7). Tätä asennusaukon kokoa tukevat muun muassa seuraavien toimittajien mallit: Fläkt Woods ETPR, Halton FDE ja FDC, ETS Nord FDMS ja FDMC, Swegon Ignis CR60 ja CR2 sekä Lindab PKIR (märkä-asennus eli kipsillä, laastilla tai betonilla täytetty läpivienti). [10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17.] Vertailussa ei ole kiinnitetty suurempaa huomiota kevytrakenteisiin seiniin asennettavien palopeltien reikien kokoon, koska niihin LVI-suunnittelijan ei tarvitse esittää reikävarauksia. Lisäksi vertailuissa keskityttiin vähintään paloluokan EI60 vaatimusten täyttymiseen. Muut paloluokat on tarkastettava erikseen.



Kuva 2. Fläkt Woodsin ETPR-palopelttien asennus kiviaineiseen rakennusosaan [10]

Taulukko 6. ETPR-EI-1 (EI 60 -paloluokan rakenteeseen) asennusaukkojen mitat [10]

Koko D1 (mm)	Vaippa D2 (mm)	Asennusaukko D3 (mm) min - max
100 *)	210	175 – 195
125	210	175 – 195
160	245	210 – 230
200	285	250 – 270
250	335	300 – 320
315	400	365 – 385
400	505	450 – 470
500	605	550 – 570
630	735	680 – 700

*) Tehdään muunnolla.

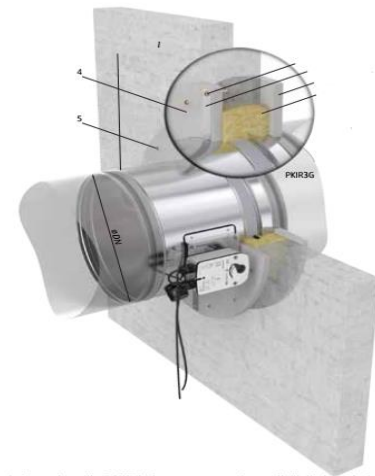
Taulukko 7. ETPR-EI-2 (EI120 -paloluokan rakenteeseen) asennusaukkojen mitat [10]

Koko D1 (mm)	Vaippa D2 (mm)	Asennusaukko D3 (mm)
100 *)	245	230
125 *)	245	230
160	245	230
200	285	270
250	335	320
315	400	385
400	505	470
500	605	570
630	735	700

*) Tehdään muunnolla.

Pyöreiden palopeltien vertailussa tuli vastaan muutamia palopeltimalleja joiden asennusaukkojen halkaisijat poikkeavat edellä mainituista. Alla on esitetty kyseiset poikkeavat mallit ja niiden asennusaukkojen mitat.

Lindab PKIR-palopellin kuiva-asennuksen eli mineraalivillalla ja peitelevyillä tiivistettävän reiän vaatima asennusaukon koko on kanavan halkaisija + 80–160 mm (kuva 3 ja taulukko 8). [17.]

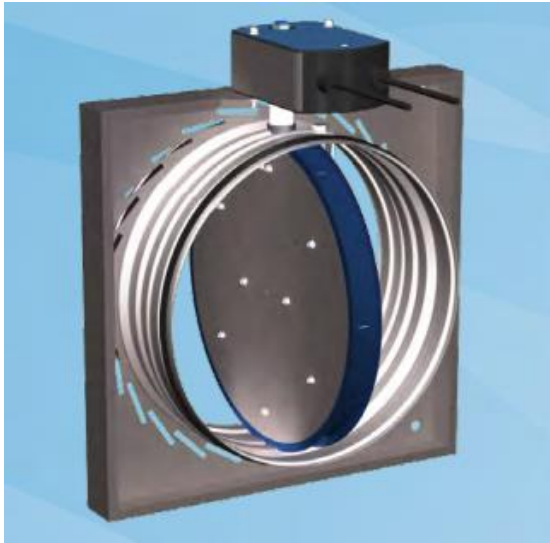


Kuva 3. PKIR-palopellin kuiva-asennus mineraalivillalla ja peitelevyillä [17]

Taulukko 8. Pyöreiden asennusaukkojen mitat kiviaineisessa seinässä/välipohjassa (RRW) ja kevytrakenteisessa seinässä (FRW) [17]

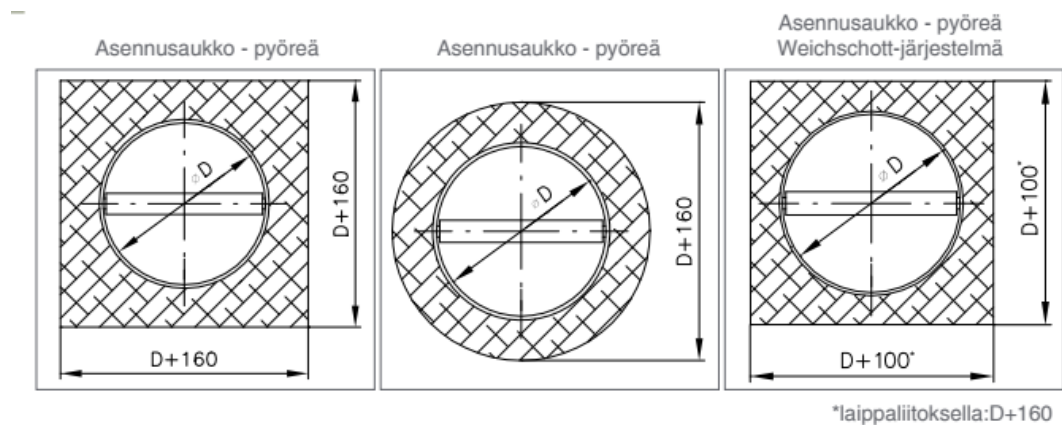
Seinän ja aukon tyyppi	Aukkojen mitat $\varnothing D_1$ (mm)	Kehyksen mitat $\square D_2$ (mm)
RRW	$\varnothing DN+80-160$	-
FRW	$\varnothing DN+80-160$	$\square DN+120$

Haltonin FDI-palopellin asennusaukon koko on puolestaan kanavahalkaisija + max. 20 mm [18].



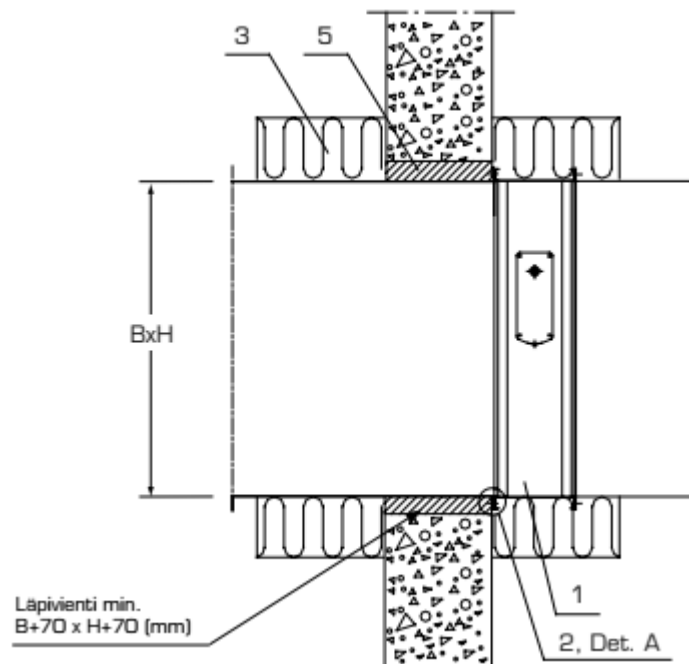
Kuva 4. Halton FDI -palopelti [18]

ETS Nordin FDMB-sarjan pyöreät palopellit tarvitsevat reiän tyypistä ja asennustavasta riippuen aukon, jonka koko on kanavan halkaisija + 100–160 mm [9].

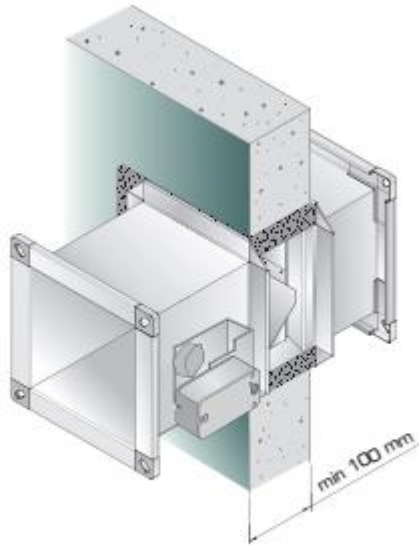


Kuva 5. ETS Nord FDMB- pyöreiden palopeltien asennusaukkojen mitat [9]

Vertailujen perusteella suorakulmaisia palopeltejä käytettäessä massiivirakenteisissa seinissä ja välipohjissa asennusaukoksi on turvallista valita kanavan sivu + 100 mm, jos palopellin mallia ei tiedetä. Mikäli käytettävän palopellin malli tiedetään, on syytä tarkistaa asennusaukon mitat pellin valmistajalta. Edellä mainitun asennusaukon koon soveltuvat ainakin seuraavien toimittajien mallit: Fläkt Woods ETPS-E ja FK120/FK90 (kuvat 6 ja 7), Swegon Ignis CU2 (kuva 8), Lindab PKIS (kuva 9 ja taulukko 9) sekä ETS Nord FDMB. [19; 20; 12; 17; 9.]

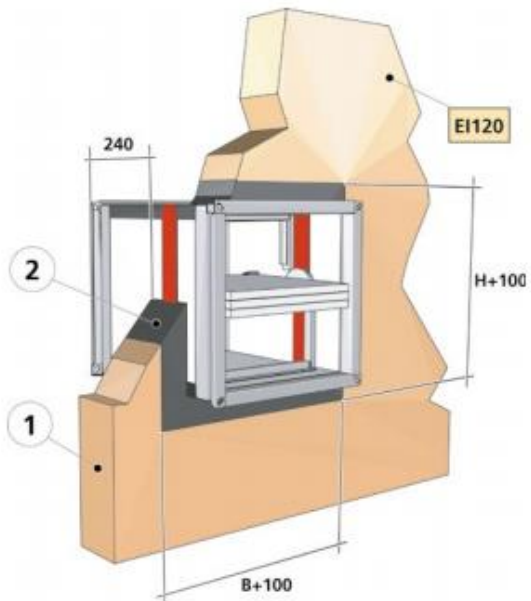


Kuva 6. Fläkt Woods ETPS-E -pellin asennus kiviaineisiin rakenteisiin [19]



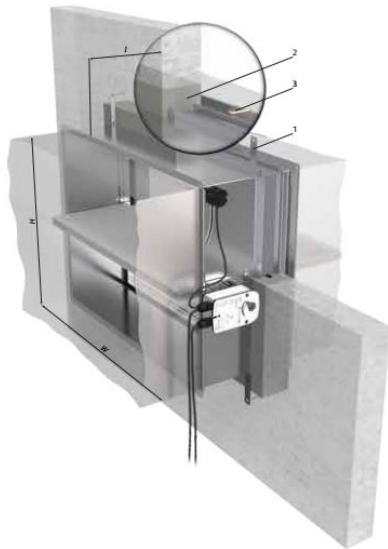
Kiviaineinen rakennusosa. Asennusaukko vähintään (B+80mm) x (H+80mm).

Kuva 7. Fläkt Woods FK120/FK90 -palopellin asennus kiviaineisiin rakennusosiin [20]



1. Betoni- tai kevytbetoniseinä tai -lattia.
2. Tiiviste, suoritustasoilmoituksen mukaisesti.

Kuva 8. Swegon Ignis CU2 -palopellin asennus [12]



Kuva 9. Suorakaiteen muotoisen PKIS-palopellin märkäasennus laastilla tai betonilla [17]

Taulukko 9. Suorakulmaisten asennusaukkojen mitat kiviaineisessa seinässä/välipohjassa (RRW) ja kevytrakenteisessa seinässä (FRW) [17]

Seinän ja aukon tyyppi	Aukkojen mitat $W, \times H,$ (mm)	Kehyksen mitat (mm)
RSW	$W+80-160 \times H+80-160$	-
FSW	$W+80-160 \times H+80-160$	$W+120 \times H+120$

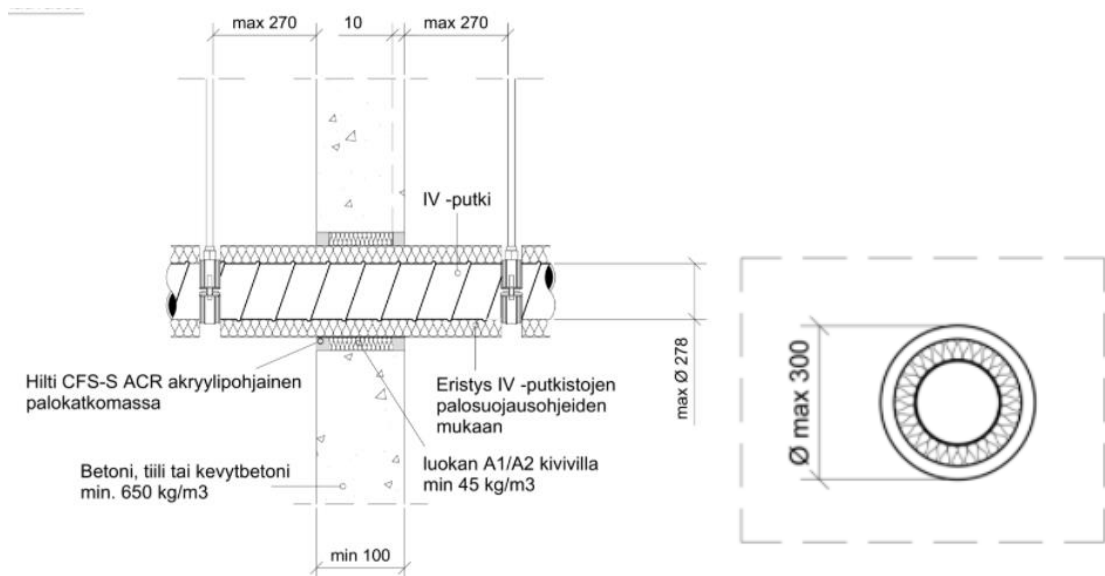
4.2 Osastoivan rakenteen lävistävät kanavat

Ilmastointikanavia viedessä osastoivan rakenteen läpi tulee huomioida tiettyjä asioita. Ensinnäkin täytyy valita oikea paloeriste, jotta palo-osaston palonkestävyys ei heikene. Toiseksi on huomioitava kanavien minimietäisyydet muista kanavista, putkista, tekniikoista ja rakenteista. Näiden lisäksi reikävarauksia määriteltäessä on huomioitava asennusaukon mitat sekä suurin mahdollinen asennusaukon koko. Ei ole olemassa yhtä tiettyä asennusaukon kokoa, vaan se riippuu monista asioista, kuten rakennetypistä, käytettävästä palokatkotuotteesta sekä siitä, kuinka paljon tekniikkaa viedään yhdestä aukosta.

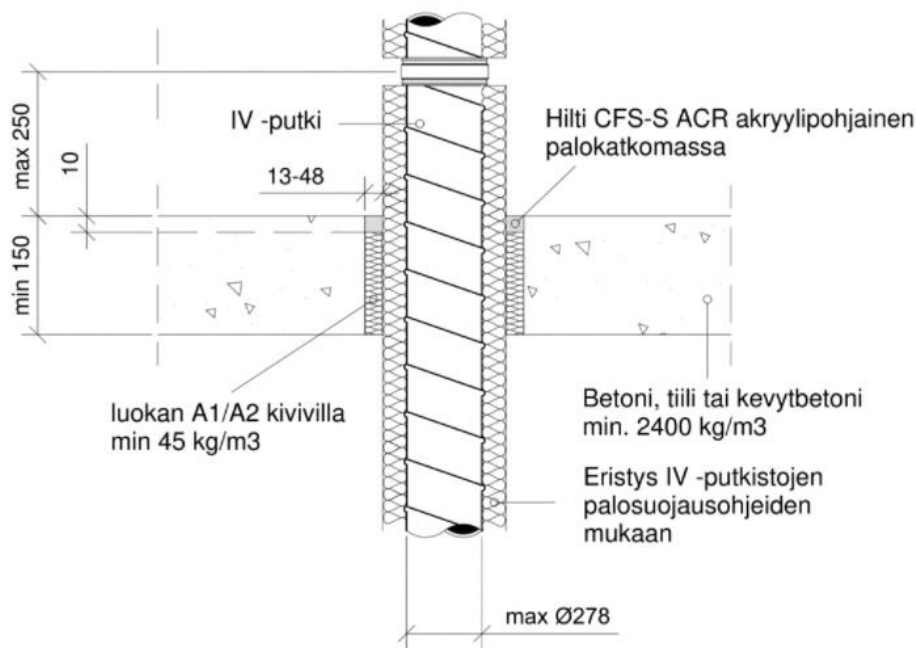
Työssä vertailtiin kahta palokatkomateriaalitoimittajaa; Hiltiä ja Würthiä. Vertailussa keskityttiin ainoastaan massiivirakenteisten seinien ja välipohjien kanavaläpivienteihin. Kevytrakenteisten seinien läpivienteihin ei vertailussa kiinnitetty suurempaa huomiota, sillä niihin ei LVI-suunnittelijan tarvitse esittää reikävarauksia. Vertailuissa tarkasteltiin vähintään paloluokan EI60 vaatimusten täyttymistä. Muut paloluokat on tarkastettava erikseen.

Läpivienti massiivirakenteisessa seinässä tai lattiassa voidaan tiivistää joko palokatkomassalla tai palokatkolevyllä. Palokatkomassaa käytetään pienempiin kanavaläpivienteihin ja palokatkolevyä suurempien kanavien läpivienteihin sekä yhdistelmäläpivienteihin joissa viedään monenlaista tekniikkaa samasta asennusaukosta.

Käytettäessä Hiltin palokatkomassaa seinäläpiviennissä on huomioitava, että seinän paksuuden on oltava vähintään 100 mm. Läpiviennistä voi viedä maksimissaan Ø 250 mm:n kokoisen kanavan. Reikävarauksen koko tulee olla kanavan halkaisija + mahdollinen eriste + 22–72 mm. Reikä ei kuitenkaan saa olla halkaisijaltaan suurempi kuin 300 mm. [21.] Kahden reiän välisen etäisyyden tulee olla ETA-arvioinnin mukaan vähintään 200 mm, mutta jos tiukoissa paikoissa halutaan poiketa tästä testistandardista, niin sovellukselle on mahdollista hakea rakennuspaikkakohtaista lausuntoa, joita myöntää Hiltin Euroopan asiantuntijaryhmä. [22.] Asennusaukkoon voidaan asentaa vain yksi kanava aukkoa kohden (kuva 10). Lattialäpivienneissä pätevät muuten samat vaatimukset, mutta rakenteen paksuuden täytyy olla vähintään 150 mm ja reiän koon tulee olla kanavan halkaisija + mahdollinen eriste + 26–96 mm (kuva 11). Läpivietävä kanava voidaan eristää jatkuvana tai katkaista läpiviennin kohdalla. [21.]



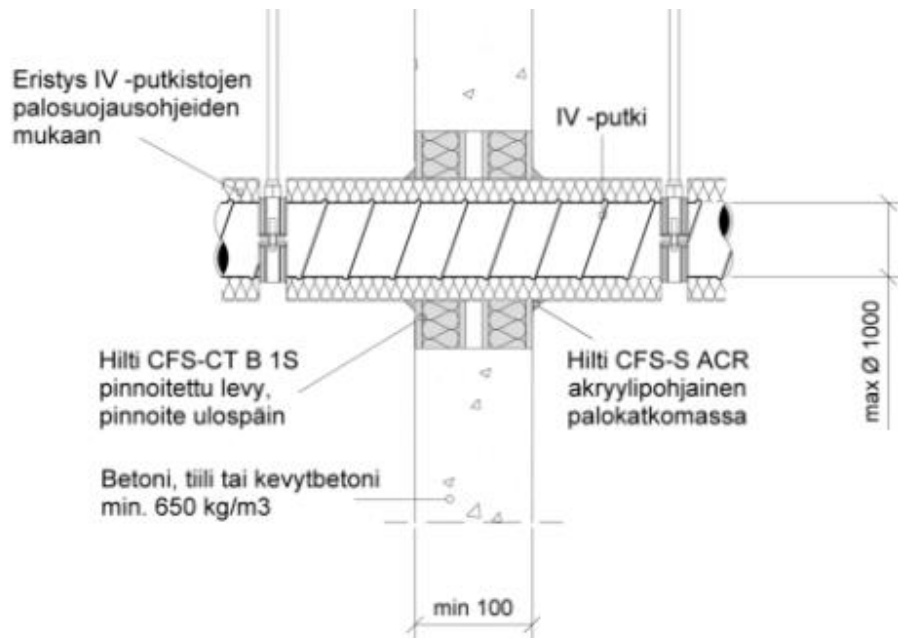
Kuva 10. IV-kanavan palokatko massiivirakenteisessa seinässä Hiltin palokatkomassalla toteutettuna [21].



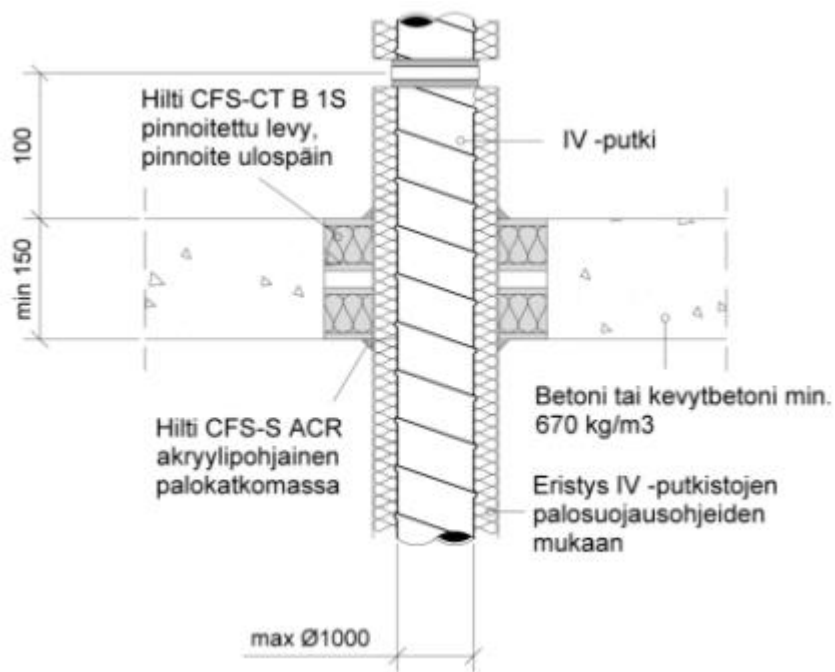
Kuva 11. IV-kanavan palokatko välipohjassa Hiltin palokatkomassalla toteutettuna [21].

Suurempien läpivientien palokatkot toteutetaan yleensä palokatkolevyllä. Levyillä toteutettavien läpivientien maksimi kanavakoko on Ø 1000 mm (kuvat 12 ja 13). Mikäli rakenteeseen tehdään pyöreä reikä, tulee sen koon olla kanavan halkaisija + 60 mm. Jos puolestaan tehdään suorakulmainen asennusaukko, saa aukko olla maksimissaan 1200 x 2000 mm. Samassa aukossa olevien kanavien etäisyyksien toisistaan ja aukon

reunoista tulee olla vähintään 30 mm. Kahden aukon välisen etäisyyden on oltava vähintään 60 mm. Samat mitat pätevät myös välipohjiin tehtäviin läpivienteihin rakenteen vähimmäispaksuutta lukuun ottamatta. Läpivietävä kanava voidaan eristää jatkuvana tai katkaista läpiviennin kohdalla. [21.]

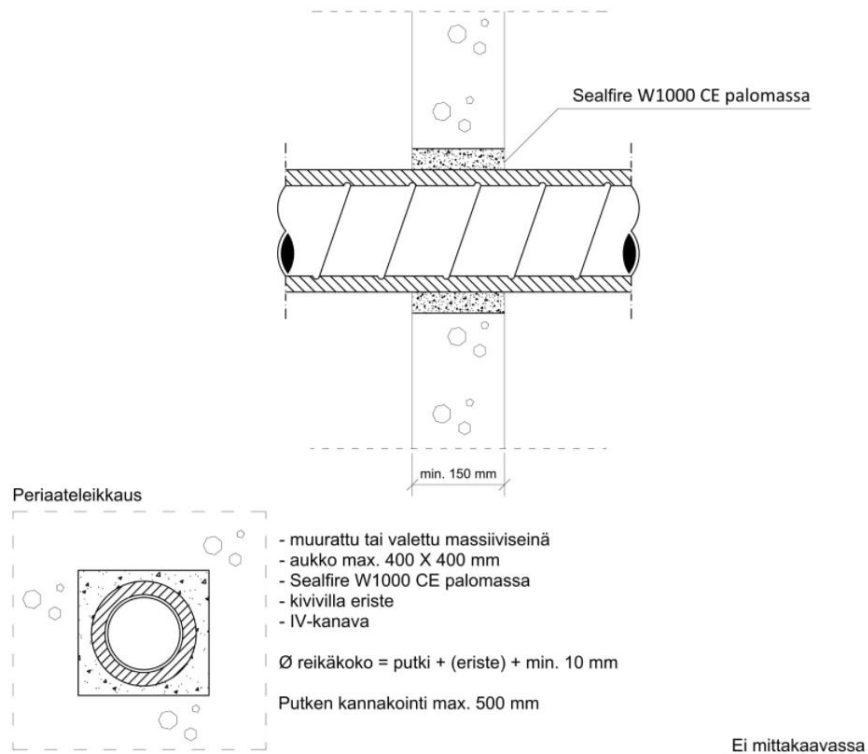


Kuva 12. IV-kanavan palokatko massiivirakenteisessa seinässä Hiltin palokatkolevyllä toteutettuna [21]

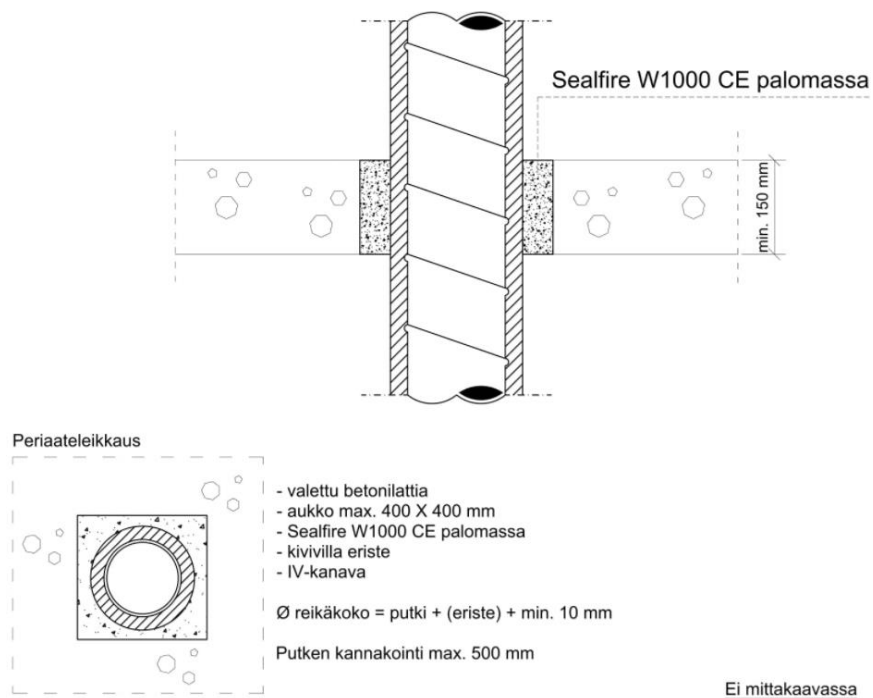


Kuva 13. IV-kanavan palokatko välipohjassa Hiltin palokatkolevyllä toteutettuna [21]

Würthin palokatkomassaa käytettäessä seinä- ja lattialäpiviennissä on huomioitava, että rakenteen minimipaksuus on 150 mm. Läpiviennistä voi viedä maksimissaan Ø 315 mm:n kokoisen kanavan, riippuen eristeen paksuudesta. Reikävarauksen koon tulee olla kanavan halkaisija + mahdollinen eriste + min. 10 mm (kuvat 14 ja 15). Asennusaukon maksimikoko on 400 x 400 mm. Välipohjien palokatkot voidaan toteuttaa myös paloakryylillä, jolloin reiän koon tulee olla kanavan halkaisija + mahdollinen eriste + min. 25 mm. [23.]



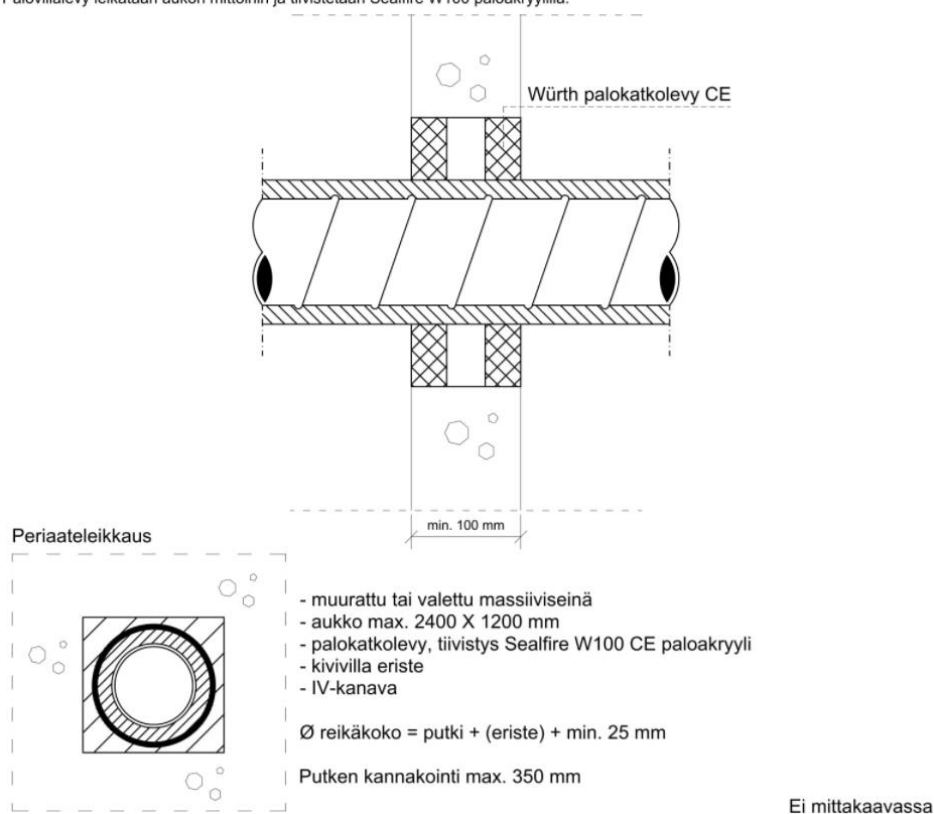
Kuva 14. IV-kanavan palokatko massiivirakenteisessa seinässä Würthin palokatkomassalla toteutettuna [23]



Kuva 15. IV-kanavan palokatko välipohjassa Würthin palokatkomassalla toteutettuna [23]

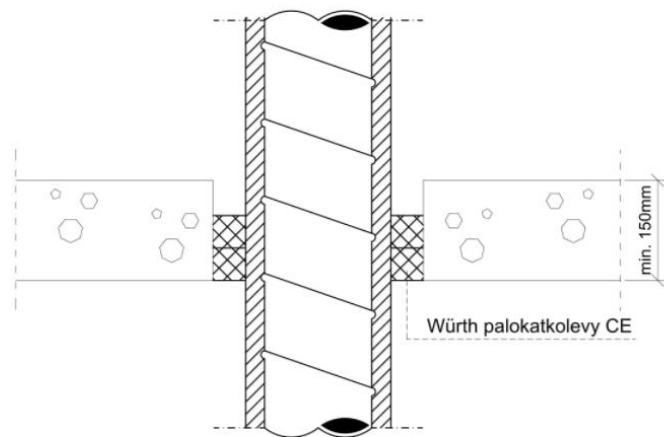
Palokatkolevyä käytettäessä tulee seinän paksuuden olla minimissään 100 mm ja välipohjarakenteen vähintään 150 mm. Läpiviennistä voi viedä enintään Ø 1000 mm:n kokoisen kanavan. Reikävarauksen koon tulee olla kanavan halkaisija + mahdollinen eriste + min. 25 mm. Asennusaukon maksimikoko on 2400 x 1200 mm (kuvat 16 ja 17). [23.] Kahden reiän välisen etäisyyden on ETA-hyväksynnän mukaan oltava vähintään 200 mm, mutta etäisyys voi tarvittaessa olla pienempikin. Tällöin on haettava rakennuspaikkakohtaista hyväksyntää. [25.] Saman aukon sisällä oleville tekniikoille ei ole annettu vähimmäisetäisyyksiä toisistaan, paitsi jos kanavan tai putken eriste läpäisee palokatkon tai vieressä on muoviputki, tällöin minimietäisyyden muusta saman aukon sisällä olevista tekniikasta tulee olla vähintään 100 mm. Tekniikan tulee sijaita vähintään 25 mm:n etäisyydellä asennusaukon reunoista. [24, s. 4.]

Palovillalevy leikataan aukon mittoihin ja tiivistetään Sealfire W100 paloakryyllillä.

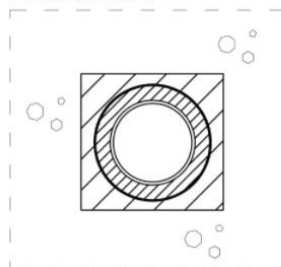


Kuva 16. IV-kanavan palokatko massiivirakenteisessa seinässä Würthin palokatkolevyllä toteutettuna [23].

Palovillalevy leikataan aukon mittoihin ja tiivistetään Sealfire W100 paloakryyllillä.



Periaateleikkaus



- valettu betonilattia
- aukko max. 2400 X 1200 mm
- palokatko, tiivistys Sealfire W100 CE paloakryyli
- kivivilla eriste
- IV-kanava

Ø reikäkoko = putki + (eriste) + min. 25 mm

Putken kannakointi max. 350 mm

Ei mittakaavassa

Kuva 17. IV-kanavan palokatko välipohjassa Würthin palokatkolevyllä toteutettuna [23].

5 Palokatkot muovi- ja komposiittipukissa

Muoviputket vaativat palokatkotuotteen, joka turpoaa palotilanteessa. Komposiittiputkia käytettäessä on huomioitava lämmönsiirtyminen putkea pitkin ja tarvittaessa tehtävä lisäeristys läpiviennin kohdalle. Muovi- ja komposiittiputkien palokatkot toteutetaan usein, joko palomansetilla tai palokatkonauhalla. [1.] Pienempien putkien palokatkot voidaan toteuttaa myös Sewatek-valmisläpivienneillä, palovaahdolla tai akryylipohjaisella palomassalla. Palokatkokotoimittaja ja -tuotekohtaisessa vertailussa tarkasteltiin vähintään paloluokan EI60 vaatimusten täyttymistä. Muut paloluokat on tarkastettava erikseen. [21; 23; 26.]

5.1 Muoviputket

Palokatkokotoimittajien tuotteissa on merkittäviä eroja. Esimerkiksi suurin mahdollinen käytettävä putkikoko vaihtelee eri palokatkokotoimittajien tuotteiden välillä. Palomanseteissa (kuva 18) Hiltillä suurin käytettävä putkikoko on Ø 160 mm vähintään 100 mm:n paksuisessa seinässä tai Ø 250 mm 150 mm:n paksuisessa seinässä tai välipohjassa. [21.] Würthillä suurin putkikoko on Ø 200 mm samoilla rakennepaksuuksilla, mutta Ø 400 mm rakenteen ollessa vähintään 300 mm paksu. [23.] Nullifiren mansettien koot ovat PVC- ja PE-muoviputkille sekä välipohjien PP-muoviputkille Ø 32–160 mm ja seinissä oleville PP-putkille Ø 32–250 mm, kun seinän paksuus on vähintään 100 mm ja välipohjan 150 mm (liite 1). Sewatek valmistaa Ø 32–160 mm:n kokoisia mansetteja. [27.]



Kuva 18. Hilti CFS-C P -palokatkomansetti [28]

Hiltin palokatkonauhalla voidaan tehdä palokatko vähintään 100 mm:n paksuiseen seinään tai vähintään 150 mm:n paksuiseen välipohjaan enintään Ø 110 mm:n muoviputkelle. Jos puolestaan rakenteen paksuus on vähintään 175 mm, voidaan palokatko tehdä putkikokoon Ø 160 mm asti. [21.] Myös Würthin nauhalla (kuva 19) voidaan 100 mm:n paksuiseen seinään tehdä palokatko Ø 110 mm:n muoviputkelle, mutta palokatko voidaan tehdä myös putkikokoon Ø 160 mm asti, mikäli rakenteen paksuus on vähintään 150 mm. [23.] Nullifireltä ja Sewatekiltä ei palokatko-detaljien perusteella löydy muoviputkille soveltuvaa palokatkonauhaa.



Kuva 19. Würth Sealfire FX200 CE -palokatkonauha [29]

Hiltin palokatkoavahdolla voidaan toteuttaa palokatko maksimissaan Ø 40 mm:n putkelle vähintään 200 mm paksuun välipohjaan tai 100 mm paksuun seinään, mutta jos seinän vahvuus on pienempi kuin 200 mm, palokatko toteutetaan kehyksellä niin että paksuus on läpiviennin kohdalla vähintään 200 mm. [21.] Würthin akryylipohjaisella massalla palokatko voidaan tehdä putkikokoon Ø 32 mm asti vähintään 150 mm:n paksuiseen seinään ja putkikokoon Ø 75 mm asti saman paksuiseen välipohjaan. Würthin ja Sewatekin palovahto soveltuu putkikokoon Ø50 mm asti vähintään 150 mm:n paksuiseen seinään ja välipohjaan. [23; 30.]

Lisäksi Sewatek valmistaa erilaisia palo-osastoivia valmisläpivientejä välipohja- ja väli-seinärakenteisiin. D-sarjan niin kutsutuilla saneeraus- ja jälkiasennusläpivienneillä voidaan palokatkot toteuttaa 110 mm:n viemäriputkeen asti. Seiniin tarkoitetuilla S-sarjan läpivienneillä ja H-sarjan välipohjiin tarkoitetuilla läpivienneillä voidaan palokatkot toteuttaa 90 mm:n putkeen asti. Läpiviennit soveltuvat niin metalli- kuin muoviputkillekin. [26.]

Muoviputkille ei ole määritettävissä yhtä oikeaa reikäkokoa, koska se vaihtelee niin paljon eri palokatkoimittajien ja niiden tuotteiden välillä. Palokatkomanseteille onnistuttiin kuitenkin vertailujen perusteella määrittämään turvallinen asennusaukon koko, joka on putken halkaisija + mahdollinen eriste + 10–20 mm. Würthin palokatkomansetti vaatii reiän halkaisijaksi putken halkaisijan ja mahdollisen eristeen lisäksi vähintään 10 mm. [23.] Hiltin palokatkomansettia käytettäessä asennusaukon tulee olla pienempi kuin mansetin ulkohalkaisija. [21.] Taulukossa 10 on esitetty suositeltu aukon koko eri putken halkaisijoille min. 100 mm:n paksussa seinässä ja taulukossa 11 on puolestaan esitetty suositellut aukon koot eri putken halkaisijoille vähintään 150 mm paksussa välipohjassa. Myös Nullifiren ja Sewatekin detaljit tukevat edellä mainittua asennusaukon kokoa.

Taulukko 10. Suositellut asennusaukkojen mitat eri putken halkaisijoille massiivirakenteisessa seinässä [21]

***) Putken seinämävahvuudet ETA -hyväksynnän mukaan

***) mansetin koko	*) putken Ø (mm)	suositeltu aukko (mm)	kiinnikkeiden lukumäärä
CFS-C P 50/1.5"	50	62	2
CFS-C P 63/2"	63	77	2
CFS-C P 75/2.5"	75	82	3
CFS-C P 90/3"	90	112	3
CFS-C P 110/4"	110	122	4
CFS-C P 125/5"	125	142	4
CFS-C P 160/6"	160	182	6

Taulukko 11. Suositellut asennusaukkojen mitat ja eristepaksuudet eri putken halkaisijoille välipohjassa [21]

***) mansetin koko	*) putken Ø (mm)	suositeltu aukko (mm)	kiinnikkeiden lukumäärä
CFS-C P 50/1.5"	20-50	30-62	2
CFS-C P 63/2"	63	77	2
CFS-C P 75/2.5"	75	82	3
CFS-C P 90/3"	90	112	3
CFS-C P 110/4"	110	122	4
CFS-C P 125/5"	125	142	4
CFS-C P 160/6"	160	182	6
CFS-C P 180/7"	180	210	8
CFS-C P 200/8"	200	230	8
CFS-C P 225/9"	227	260	10
CFS-C P 250/10"	250	280	12

Vertailujen perusteella myös palokatkonauhalla toteutettavaan palokatkon reikävarauksen koko voidaan valita siten, että reiän halkaisija on putken halkaisija + mahdollinen eriste + 20 mm. Palokatkon vaatima tila riippuu siitä, kuinka monta kerrosta nauhaa tulee asentaa putken ympärille. Reikä ei saa kuitenkaan olla liian suuri, jotta se voidaan tiivistää vaatimusten mukaisesti. Taulukoissa 12 ja 13 on esitetty Hiltin määrittelemiä maksimi reikäkokoja eri putken halkaisijoille sekä massiiviseinässä että -laatassa. [21; 23.]

Taulukko 12. Hiltin määrittelemiä maksimi reikäkokoja eri putken halkaisijoille massiiviseinässä käytettäessä palokatkonauhaa [21]

*) putken Ø (mm)	Kerrosta nauhaa	***) maksimi aukko Ø (mm)	Paloluokka
≤ 32	1	putken Ø + 26	EI 240
> 75 ≤ 110	2	putken Ø + 35	EI 240
> 125 ≤ 160	3	putken Ø + 44	EI 240

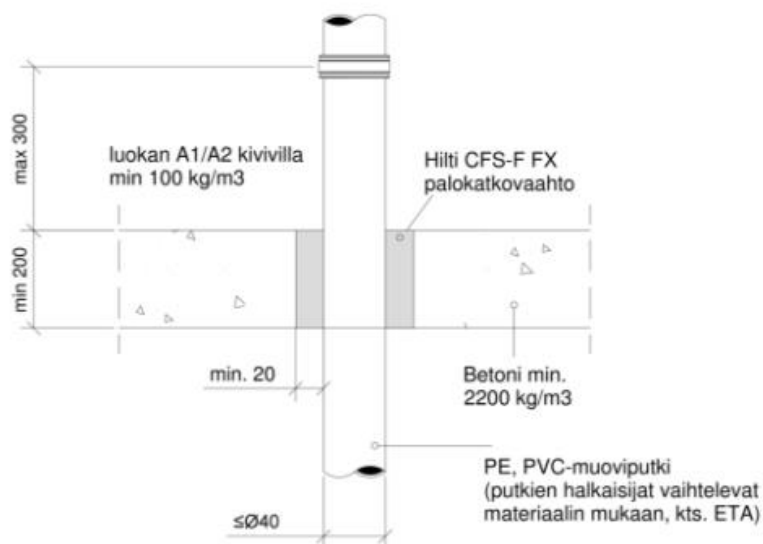
***) sallittu väli vaihtelee materiaalin ja halkaisijan mukaan, kts ETA

Taulukko 13. Hiltin määrittelemiä maksimi reikäkokoja eri putken halkaisijoille välipohjassa käytettäessä palokatkonauhaa [21]

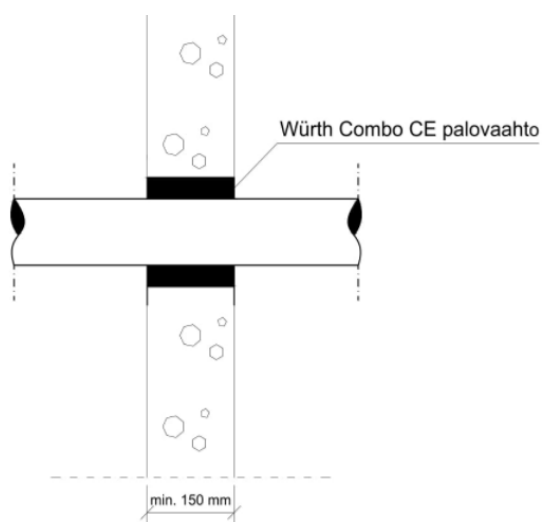
*) putken Ø (mm)	Kerrosta nauhaa	***) maksimi aukko Ø (mm)	Paloluokka
≤ 32	1	putken Ø + 24	EI 240
> 32 ≤ 75	1	putken Ø + 24	EI 180
> 75 ≤ 125	2	putken Ø + 33	EI 180
> 125 ≤ 160	3	putken Ø + 42	EI 180

***) sallittu väli vaihtelee materiaalin ja halkaisijan mukaan, kts ETA

Turpoavaa palomassaa tai -vaahtoa käytettäessä reiän kooksi tulisi varata putken halkaisija + 50 mm. Reikäkoko pätee sekä seiniin, että välipohjiin. Vertailun perusteella saatua tulosta tukevat ainakin Hiltin, Würthin ja Sewatekin tuotteet (kuvat 20 ja 21). [21; 23; 30.]



Kuva 20. Detaljikuva Hiltin palokatkoavaahdolla välipohjaan asennettavasta palokatkosta [21]



- muurattu tai valettu massiiviseinä
- aukko max. 450 X 450 mm
- Würth Combo CE palovahto
- PVC / PE muoviputki max. Ø 50 mm

Reijän Ø = putki + (eriste) + min. 50 mm

Putken kannakointi max. 750 mm

Ei mittakaavassa

Kuva 21. Detaljikuva Würthin palovaahdolla seinään asennettavasta palokatkosta [23]

Jos palokatko suunnitellaan D-sarjan Sewatek-valmisläpiviennillä, reikävarauksen tulee olla halkaisijaltaan 42, 62, 92, 105 tai 140 mm (taulukot 14 ja 15). [31; 32.] Tehtäessä palokatko S- tai H-sarjan läpivienneillä, jotta Sewatek pystyy valmistamaan oikeanlaisen läpiviennin jokaiselle putkelle, suunnittelijan tulee merkitä reikä- ja elementtikuviin seuraavat tiedot:

- Sewatek tai SWT, jos tiedetään, että käytetään Sewatekin läpivientejä
- putken ulkohalkaisija (tai DN-mitta)
- putken materiaali (Cu, Fe, FeZn, Ko, PEX)
- putkien etäisyydet keskeltä keskelle (esim. K160) (mahdolliset mitat: 70, 100, 120 tai 160 mm)
- rakenteen paksuus (S-mitta), mikäli se ei ilmene muualta [33.]

Taulukko 14. Sewatekin D-sarjan tuotteen ja porattavan reiän halkaisija erikokoisille putkille [31]

Tuote	Porattava reikä	Läpivietävän putken / kaapelin koko
D42	42 mm	10 - 23 mm
D62	62 mm	24 - 43 mm
D92	92 mm	44 - 64 mm

Taulukko 15. Sewatekin D-sarjan tuotteen ja porattavan reiän halkaisija erikokoisille putkille [32]

Tuote	Porattava reikä	Läpivietävän putken koko
D105X	105 mm	viemäriputki n. 75 mm
D140 / D140X	140 mm	viemäriputki n. 110 mm

Jos palokatkoa ei toteuteta Sewatekin tuotteilla, reikien väliseksi etäisyydeksi tulisi varata 200 mm, mikäli se on mahdollista, sillä se on kahden reiän minimietäisyys esimerkiksi Hiltin palokatkonauhalla sekä useilla Nullifiren tuotteilla. On myös olemassa palo-

katkotuotteita, joiden reikien vähimmäisetäisyydet ovat huomattavasti pienempiä. Esimerkiksi Hiltin mansetit ovat asennettavissa jopa kiinni toisiinsa, kuin myös Sewatekin mansetitkin aina kokoon Ø 110 mm asti, minkä jälkeen vähimmäisetäisyys on 100 mm. [21; 27.]

5.2 Komposiittiputket

Hiltin tuotteilla komposiittiputkien palokatkot massiivirakenteiseen seinään voidaan toteuttaa akryylipohjaisella palokatkomassalla tai palokatkovaahdolla aina putkikokoon Ø 32 mm asti. Reikävarauksen tulisi olla palokatkovaahdolla putken eristetty halkaisija + min. 40 mm ja palokatkomassalla putken eristetty halkaisija + 22–72 mm. Huomioitavaa on, että akryylipohjaista massaa käytettäessä kahden reiän välisen etäisyyden tulee olla ETA-hyväksynnän mukaan vähintään 200 mm. [21.] Etäisyyden ollessa pienempi on haettava rakennuspaikkakohtaista hyväksyntää [22]. Putki on eristettävä vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla vähintään 500 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin lämmönsiirtymisen estämiseksi. Palokatkovaahtoa käytettäessä on putki eristettävä jatkuvana 9 mm:n solukumieristeellä. Välipohjien palokatkoihin pätee muuten samat asiat, mutta akryylipohjaisella massalla reikävarauksen tulee olla putken eristetty halkaisija + 26–96 mm ja palokatkovaahtoa käytettäessä riittää, että putki eristetään 9 mm solukumieristeellä 500 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin. [21.]

Hiltin palokatkokääreellä palokatko on mahdollista tehdä massiiviseinään aina putkikokoon Ø 63 mm asti. Nauhaa käytettäessä reiän tulee olla putken eristetty halkaisija + 11–50 mm. Putki on eristettävä jatkuvana vähintään 9 mm:n paksuisella solukumieristeellä. Kahden reiän välisellä etäisyydellä ei ole merkitystä palonkestävyyteen. Välipohjiin tehtäviin palokatkoihin pätee samat asiat. Ainoa ero on, että palokatko voidaan tehdä enintään Ø 75 mm putkeen. [21; 34.]

Hiltin palokatkomansetilla palokatko on tehtävissä jopa Ø 75 mm:n putkelle. Putki on eristettävä jatkuvana vähintään 9 mm:n paksuisella solukumieristeellä. Kahden mansetin välinen vähimmäisetäisyys on 0 mm. Hiltin mansettia käytettäessä asennusaukon tulee olla pienempi kuin mansetin ulkohalkaisija. Taulukossa 16 on esitetty suositeltu aukon koko eri putken halkaisijoille min. 100 mm:n paksuisessa seinässä ja taulukossa 17 suositellut aukon koot eri putken halkaisijoille min. 150 mm:n paksuisessa välipohjassa. [21.]

Taulukko 16. Suositellut asennusaukkojen mitat ja eristepaksuudet eri putken halkaisijoille massiivirakenteisessa seinässä [21]

) mansetin koko, tarkasta ETA	*) putken Ø (mm)	*) eristeen paksuus (mm)	Suosittelut aukko Ø mm
CFS-C P 50/1,5"	16	11,5	62
CFS-C P 63/2"	20	11,5 - 13	77
CFS-C P 63/2"	25-26	11,5 - 13	77
CFS-C P 63/2"	32	13	77
CFS-C P 63/2"	40	9	77
CFS-C P 63/2"	50	9	77
CFS-C P 75/2,5"	63	10	82
CFS-C P 90/3"	75	10	112

Taulukko 17. Suositellut asennusaukkojen mitat ja eristepaksuudet eri putken halkaisijoille välipohjassa [21]

) mansetin koko, tarkasta ETA	*) putken Ø (mm)	*) eristeen paksuus (mm)	Suosittelut aukko Ø mm
CFS-C P 50/1,5"	32	9	62
CFS-C P 50/1,5"	40	9	62
CFS-C P 63/2"	50	9	77
CFS-C P 75/2,5"	63	9	82
CFS-C P 90/3"	75	10	112

Würthin paloakryyllillä voidaan tehdä palokatko massiivirakenteiseen seinään tai välipohjaan jopa Ø 75 mm:n putkelle. Reikävarauksen tulisi olla putken eristetty halkaisija + min. 20 mm. Putki on eristettävä 20 mm:n paksuisella kivivillalla vähintään 500 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin. Kahden vierekkäisen läpiviennin välille on jätettävä vähintään 30 mm. [23; 35.]

Myös Würthin FP Wrap -palokatkonauhalla on mahdollista toteuttaa palokatko Ø 75 mm:n putkelle. Tällöinkin putki on eristettävä 20 mm:n paksuisella kivivillalla vähintään 500 mm:n matkalta seinän molemmin puolin tai 9–25 mm:n solukumieristeellä jatkuvana. Välipohjissa putki ei vaadi eristystä. Reikävarauksen tulee olla vähintään putken halkaisija + mahdollinen eriste + nauhan kerroslukumäärä eli noin 10 mm. IS-R Wrap -nauhalla palokatko voidaan toteuttaa maksimissaan Ø 110 mm:n putkelle. Reiän tulisi olla kooltaan putken halkaisija + 10–50 mm. [23; 36.]

Würthin Endless-mansetilla palokatko on toteutettavissa maksimissaan Ø 110 mm:n putkelle. Seinässä oleva putki on eristettävä solukumieristeellä vähintään 500 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin. Välipohjassa oleva putki ei vaadi eristystä käytettäessä Würthin mansettia. Reikävarauksen koko on putken eristetty halkaisija + vähintään 10 mm. Kahden putken välisen etäisyyden tulee ETA-hyväksynnän mukaan olla vähintään 100 mm eristeen ulkopinnasta mitattuna. [23; 37. s.13]

Toteutettaessa komposiittiputken palokatkoa Sewatekin tuotteilla (kuva 22), pätee muuten samat ohjeet kuin muoviputkiinkin (ks. sivu 28), mutta D-sarjan Sewatek-valmisläpiviennillä reikävarauksen tulee olla halkaisijaltaan 42, 62, 82 tai 92 mm. Lisäksi on huomioitava lämmöneristys ja eristeiden vähimmäispituudet. Seinissä halkaisijaltaan 25 mm tai sitä pienempää putkea ei tarvitse eristää, mutta sitä suuremmat putket on eristettävä kivivillalla vähintään 350 mm seinän molemmin puolin. Välipohjista saa viedä enintään halkaisijaltaan 32 mm:n paksuisen komposiittiputken eristämättömänä. Tätä suuremmat putket on eristettävä kivivillalla vähintään 350 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin. [26.]



Kuva 22. Seinään asennettava Sewatekin S-sarjan valmisläpivienti [38]

6 Palokatkot teräs- ja kupariputkissa

Vertailussa tarkasteltiin eri palokatkotuotteiden toimittajia: Hiltiä, Würthiä, Nullifireä ja Sewatekia. Vertailuissa tarkasteltiin vähintään paloluokan EI60 vaatimusten täyttymistä. Muut paloluokat on tarkastettava erikseen.

6.1 Kupariputket

Palokatkojen vaatimuksissa on toimittajakohtaisia eroja, joita on syytä tarkastella. Hiltin palokatkotuotteilla massiivirakenteisen seinän läpi voidaan viedä eristämättömänä enintään Ø 16 mm:n kupariputki, tai jos seinän paksuus on vähintään 200 mm niin enintään Ø28 mm putki, ja välipohjarakenteesta maksimissaan Ø 28 mm:n putki, minkä jälkeen kupariputki tulee eristää kivivillalla vähintään 500 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin. Putki voidaan eristää myös solukumieristeellä, jolloin palokatkomassan tai -vaahdon lisäksi putken ympärille on asennettava palokatkonauha. Hiltin tuotteilla palokatkot voidaan toteuttaa enintään Ø 89:n mm kupariputkiin. [21.]

Würthin palokatkotuotteilla massiiviseinästä on mahdollista viedä eristämättömänä enintään Ø 28 mm:n kupariputki ja välipohjasta maksimissaan Ø 42 mm:n putki. Tätä suuremmat putket on eristettävä kivivillalla tai solukumieristeellä vähintään 500 mm:n matkalta rakenteen molemmilta puolilta tai eristys voidaan toteuttaa myös jatkuvana rakenteen läpi. Myös Würthin tuotteilla palokatkot voidaan toteuttaa enintään Ø 89 mm:n kupariputkiin. [23.]

Nullifiren palokatkomassan ja 6 mm paksun thermal defence-wrapin eli lämmönjohtavuutta estävän kääreen avulla on massiivirakenteisesta seinästä mahdollista viedä eristämättömänä maksimissaan Ø 40 mm:n kupariputki (liite 2). Tätä suuremmat putket tulee eristää jatkuvana vähintään 30 mm:n paksuisella lasivillalla. Nullifiren tuotteilla palokatkot voidaan tehdä jopa Ø159 mm:n kupariputkiin (liite 3).

Sewatekin S-sarjan eli seiniin tarkoitettuja valmisläpivientejä käytettäessä tulee kupariputket eristää aina vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla ja 350 mm:n matkalta seinän molemmin puolin. S-sarjan läpiviennistä voi viedä maksimissaan Ø 42 mm:n kupariputken (taulukko 18). H-sarjan eli välipohjille tarkoitetuista valmisläpivienneistä voidaan viedä eristämättömänä enintään Ø 22 mm:n kupariputki. Tätä suuremmat put-

ket on eristettävä vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla ja 350 mm:n matkalta seinän molemmin puolin putkikokoon Ø 54 mm asti, minkä jälkeen putki on eristettävä jatkuvana vähintään 30 mm:n paksuisella kivivillalla. Suurin mahdollinen H-sarjan läpiviennistä vietävä putkikoko on Ø 89 mm (taulukko 19). D-sarjan seiniin asennettavilla saneeraus- ja jälkiasennusläpivienneillä on samat vähimmäiseristyspaksuudet ja -pituudet sekä sama maksimiputkikoko kuin S-sarjan läpivienneillä. Välipohjissa kupari-putket on eristettävä vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla ja 350 mm:n matkalta rakenteen molemmin puolin putkikokoon Ø 42 mm asti, minkä jälkeen putki on eristettävä jatkuvana vähintään 30 mm:n paksuisella kivivillalla. Maksimiputkikoko on Ø 64 mm. [26.]

Taulukko 18. Sewatekin S-sarjan valmisläpiviennit kivirakenteisessa seinässä. A2-etäisyys tarkoittaa putkiläpiviennin reunan vähimmäisetäisyyttä viereisen läpiviennin reunasta. [39.]

PALOLUOKKA Läpivientiputket kivirakenteisessa seinässä			
Läpivietävä putki / kaapeli	Eristysvaatimus	a ₂ -etäisyys	Paloluokka
Cu Ø ≤ 42 mm	Paikallinen kivivilla	25 mm	EI 60
Cu Ø ≤ 35 mm	Paikallinen kivivilla	200 mm	EI 120
FeZn Ø ≤ 54 mm	Paikallinen kivivilla	25 mm	EI 120
Fe Ø ≤ 89 mm	Jatkuva kivivilla	35 mm	EI 120
Fe Ø ≤ 27 mm ja Komp. Ø ≤ 25 mm		30 mm	EI 120
Komp. Ø ≤ 63 mm	Paikallinen kivivilla	30 mm	EI 120
Pex Ø ≤ 22/34		10 mm	EI 90
Kaapeli Ø ≤ 17,5 mm		110 mm	EI 120
Kaapeli Ø ≤ 11 mm		3 mm	EI 120

Taulukko 19. Sewatekin H-sarjan valmisläpiviennit kivirakenteisessa välipohjassa. A2-etäisyys tarkoittaa putkiläpiviennin reunan vähimmäisetäisyyttä viereisen läpiviennin reunasta. [40.]

PALOLUOKKA Läpivientiputki kivirakenteisessa välipohjassa			
Läpivietävä putki	Eristysvaatimus	a ₂ -etäisyys	Paloluokka
Cu Ø ≤ 22 mm		30 mm	EI 120
Cu Ø ≤ 54 mm	Paikallinen kivivilla	25 mm	EI 90
Cu Ø ≤ 89 mm ja FeZn Ø ≤ 89 mm ja Fe Ø ≤ 89 mm	Jatkuva kivivilla	35 mm	EI 120
FeZn Ø ≤ 54 mm ja Fe Ø ≤ 49 mm		25 mm	EI 120
Fe Ø ≤ 61 mm ja Komp. Ø ≤ 63 mm	Paikallinen kivivilla	30 mm	EI 120
Komp. Ø ≤ 32 mm		10 mm	EI 120
Pex Ø ≤ 22/34 mm		10 mm	EI 120
Kaapeli Ø ≤ 12,5 mm		110 mm	EI 60
Kaapeli Ø ≤ 11 mm		3 mm	EI 60

Palokatkotuotteiden toimittaja- ja tuotekohtaisesti tehtyjen vertailujen perusteella reikävarauksen koon kupariputkelle seinissä ja välipohjissa tulisi olla putken halkaisija + mahdollinen eriste + 50 mm. Muutama poikkeus kuitenkin löytyy. Hiltin palokatkokiekolla seinään tehtävälle palokatkolle voidaan tehdä enintään 25 mm:n reikä. Nullifiren palokatkomassalla välipohjaan toteutettavan läpiviennin koon tulee olla putken eristetty halkaisija + enintään 40 mm (liite 4). Lisäksi välipohjissa putki on mahdollista asentaa 75 tai 110 mm PVC-viemäriholkin sisään, joka täytetään Hiltin palokatkovaahdolla, jolloin putken ja holkin väliin on jätettävä vähintään 20 mm kauttaaltaan. Sewatekin D-sarjan läpivientien reikäkoot voidaan nähdä taulukoista 14 ja 15. [21; 23.]

Useiden tuotevaihtoehtojen ETA-hyväksynät vaativat kahden vierekkäisen läpiviennin väliin jätettäväksi 200 mm sekä seinässä että välipohjissa. Jos tästä halutaan poiketa, on sovellukseen haettava rakennuspaikkakohtaista hyväksyntää. [22.] On kuitenkin olemassa myös palokatkotuotteita, joiden vähimmäisetäisyysvaatimus on pienempi. Esimerkiksi Würthin akryylimassaa käytettäessä riittää, että läpivientien väliin jää vähintään 30 mm. [35.] Jos suunniteltavaan kohteeseen tulee Sewatekin S- tai H-sarjan valmisläpivientejä, ovat mahdolliset putkien keskeltä keskelle -mitat 70, 100, 120 tai 160 mm. Putkikoko saattaa rajoittaa etäisyyksiä, jolloin vähimmäisetäisyydet voidaan katsoa putkikoon ja -materiaalin perusteella taulukoista 18 ja 19. [33.] D-sarjan läpivientien vähimmäisetäisyys on 200 mm. [26.] Yhdistelmäaukkojen tekniikan minimietäisyydet ovat yleensä 0–80 mm. [24; 30; 41.]

6.2 Teräspanputket

Hiltin akryylipohjaisella palokatkomassalla voidaan massiivirakenteisesta seinästä tai välipohjasta viedä eristämättömänä enintään Ø 22 mm:n teräspanputki, minkä jälkeen putki on eristettävä kivivillalla vähintään 500 mm rakenteen molemmin puolin. Lisäksi välipohjissa putki on mahdollista asentaa 75 tai 110 mm PVC-viemäriholkin sisään, joka täytetään palokatkovaahdolla, jolloin putki voidaan viedä eristämättömänä kokoon Ø 28 mm asti. Akryylipohjaisella palokatkomassalla voidaan toteuttaa läpiviennit putkikokoon Ø 168,3 mm asti. [21.] Tätä suurempien teräspanputkien palokatkot voidaan toteuttaa Hiltin palokatkolevyllä putkikokoon Ø 323,9 mm asti. Tällöin putki on eristettävä seinissä jatkuvana ja välipohjissa vähintään 1 000 mm rakenteen molemmin puolin. [41.]

Würthin palovaahdolla voidaan massiivirakenteisesta seinästä tai välipohjasta viedä eristämättömänä maksimissaan Ø 28 mm:n teräspanki. Kipsimassalla seinästä on mahdollista viedä jopa Ø 38 mm:n teräspanki, koska sillä on palotilanteessa jäädyttävä vaikutus. Edellä mainittuja kokoja suuremmat putket tulee eristää seinissä minimissään 30 mm:n kivivillalla vähintään 1 000 mm rakenteen molemmin puolin ja välipohjissa vähintään 500 mm rakenteen molemmin puolin. Maksimi putkikoko on Ø 219 mm. Putket on myös mahdollista eristää putkikokoon Ø 194 mm asti solukumilla vähintään 500 mm rakenteen molemmin puolin, mutta tällöin joudutaan käyttää useampaa palokatko-tuotetta yhteen läpivientiin. Tämä hankaloittaa asentamista ja kasvattaa kustannuksia. [23; 25.]

Nullifiren palovaahdolla voidaan massiivirakenteisesta seinästä viedä eristämättömänä maksimissaan Ø 42 mm:n teräspanki (liite 5). Tätä suurempien putkien palokatkot voidaan toteuttaa seiiniin palomassalla tai -levyllä putkikokoon Ø 159 mm asti, jolloin putket on eristettävä jatkuvana 30 mm:n lasivillalla (liite 6). Välipohjien palokatkot voidaan tehdä myös palomassalla putkikokoon Ø 159 mm asti, jolloin putket on eristettävä 50 mm:n kivivillalla vähintään 500 mm laatan yläpuolelta (liite 7).

Sewatekin S-sarjan eli seiiniin tarkoitetuista valmisläpivienneistä voidaan eristämättömänä viedä maksimissaan Ø 27 mm:n putki, minkä jälkeen se on eristettävä vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla 350 mm:n matkalta seinän molemmin puolin putkikokoon Ø 42 mm asti. Tätä suuremmat teräspanket on eristettävä kivivillalla jatkuvana. Suurin mahdollinen putkikoko on Ø 89 mm. H-sarjan eli välipohjille tarkoitetuista valmisläpivienneistä (kuva 23) voidaan viedä eristämättömänä enintään Ø 49 mm:n teräspanki. Tätä suuremmat putket on eristettävä vähintään 20 mm:n paksuisella kivivillalla ja 350 mm matkalta seinän molemmin puolin putkikokoon Ø 54 mm asti, minkä jälkeen putki on eristettävä vähintään 30 mm paksulla kivivillalla 350 mm:n matkalta putkikokoon Ø 61 mm saakka tai jatkuvana maksimikokoon Ø 89 mm asti. D-sarjan saneeraus- ja jälkiasennusläpivienneillä voidaan viedä seinistä eristämättömänä maksimissaan Ø 27 mm:n teräspanki ja välipohjista enintään Ø 43 mm:n putki. Näitä suuremmat putket on eristettävä vähintään 20 mm paksulla kivivillalla ja 350 mm:n matkalta seinän molemmin puolin putkikokoon Ø 54 mm asti, minkä jälkeen putki on eristettävä vähintään 30 mm paksulla kivivillalla 350 mm:n matkalta putkikokoon Ø 61 mm saakka. Tätä suuremmat putket eristetään jatkuvana maksimikokoon Ø 110 mm asti. [26.]



Kuva 23. Sewatekin H-sarjan ontelolaattavälipohjan palokatkoläpivienti ennen laattakentän juotosvalua [42]

Kuten kupariputkille, myös massiiviseiniin ja välipohjiin asennettaville teräsputkille soveltuu reikävarauksen kooksi putken ulkohalkaisija + mahdollinen eriste + 50 mm, lukuun ottamatta Nullifiren palokatkomassalla välipohjaan toteutettavaa läpivientiä. Tällöin reiän koon tulee olla putken eristetty halkaisija + enintään 40 mm (liite 4). Lisäksi Sewatekin D-sarjan läpivientien reikäkoot voidaan nähdä taulukoista 14 ja 15. [21; 23.]

Useiden tuotevaihtoehtojen ETA-hyväksynät vaativat kahden vierekkäisen läpiviennin väliin jätettäväksi 200 mm sekä seinässä että välipohjissa. Jos tästä halutaan poiketa, on sovellukseen haettava rakennuspaikkakohtaista hyväksyntää. [22.] On olemassa myös palokatkotuotteita, joiden vähimmäisetäisyysvaatimus on pienempi. Esimerkiksi Würthin akryylimassaa käytettäessä riittää, että läpivientien väliin jää vähintään 30 mm ja Hiltin akryylimassalla eristämättömissä maksimissaan Ø 22 mm:n putkissa vähintään 10 mm. [35; 21.] Jos suunniteltavaan kohteeseen tulee Sewatekin S- tai H-sarjan valmisläpivientejä, ovat mahdolliset putkien keskeltä keskelle -mitat 70, 100, 120 tai 160 mm. Putkikoko saattaa rajoittaa etäisyyksiä, jolloin vähimmäisetäisyydet voidaan kat-

soa putkikoon ja -materiaalin perusteella taulukoista 18 ja 19. [33.] D-sarjan läpivientien vähimmäisetäisyys on 200 mm [26]. Yhdistelmäaukkojen tekniikan minimietäisyydet ovat yleensä 0–80 mm. [24; 30; 41.]

7 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli koota tietoa palokatoista ja siitä, miten palokatkot tulisi huomioida LVI-suunnittelussa, jotta välttyttäisiin ongelmatilanteilta asennusvaiheessa. Palokatkotoimittajien ja -tuotteiden välillä on huomattavia eroja niiden ohjearvojen mukaisissa maksimi reikien ja putkien halkaisijoissa sekä eristysvaatimuksissa, joten työn tuloksena ei saatu selvälukuista listaa tai taulukkoa siitä, kuinka huomioida palokatkot, vaan pikemminkin informatiivinen dokumentti.

Palokattojen suunnitteluprosessi alkaa aina lähtötietojen keräämisellä. Niiden perusteella laaditaan palokatkosuunnitelma, jota kommentoidaan ja tarkastetaan muun suunnittelun lomassa. Suunnitelma laaditaan LVISA-suunnitelmiin pohjautuen ja yhteistyössä ja lopulliset palokatkosuunnitelmat tehdään vasta, kun palokatkotuotteet on valittu tilaajan tai urakoitsijan toimesta.

LVI-suunnittelijan on vaikea suunnitella oikean kokoista reikävarausta, jos käytettävä palokatkotuote ei ole vielä tiedossa. Useille palokatkotuotteille löydettiin kuitenkin yhdenmukainen asennusaukon koko, joka auttaa reikävarauksen määrittämisessä. Työ myös ohjeistaa suunnittelijaa siitä, mitä palokatkotuotetta voidaan käyttää millekin putkimateriaalille, kuinka suureen putkeen, ja siitä kuinka putki on lämpöeristettävä.

Työn tarkoitus on myös auttaa LVI-suunnittelijaa havaitsemaan vaikeasti toteutettavissa olevat palokatkot ja erityistapaukset, jotta ne voidaan huomioida, merkitä suunnitelmiin ja ratkaista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa yhteistyössä esimerkiksi palo-suunnittelijan kanssa.

Jotta välttyttäisiin ongelmilta asennusvaiheissa, tulee panostaa palokatkosuunnittelun alkuun prosessimielessä. Kun lähtötiedot ovat kunnossa ja suunnitelmat on hyvin tehty, tämä auttaa asennusvaihetta paljon.

Lähteet

- 1 Palokatko-opas. 2013. Verkkoaineisto. Suomen Palokatkoyhdistys ry. <http://www.palokatkoyhdistys.fi/pdf/palokatko-opas_2013.pdf> Luettu 13.12.2017.
- 2 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Verkkoaineisto. Finlex. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>> Luettu 15.12.2017.
- 3 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>> Luettu 2.3.2018.
- 4 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja muut tuotehyväksyntämenettelyt. 2013. RT 20–11125. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 5 Rakennustuotteen ETA-arviointi ja CE-merkintä. Verkkoaineisto. VTT Expert Services Oy. <http://www.vttexpertservices.fi/palvelut/sertifiointi-ja-tuotehyv%C3%A4ksynt%C3%A4/sertifiointi_tuotteet/rakennustuotteiden-sertifiointi-ja-tuotehyv%C3%A4ksynt%C3%A4/rakennustuotteen-eta-arviointi-ja-ce-merkint%C3%A4> Luettu 15.12.2017.
- 6 Paloluokitus. Verkkoaineisto. Paroc group Oyj. <<http://www.paroc.fi/knowhow/palo/paloluokitus>> Luettu 19.12.2017
- 7 Oksanen, Risto. 2012. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas. Helsinki. Suomen LVI-liitto.
- 8 SFS-EN 1366-2, Rakennuksissa olevien installaatioiden palonkestävyydestä. Osa 2: Palopellit, 2000.
- 9 FDMB Palopelti -tuote-esite. Verkkoaineisto. ETS Nord Oy. <https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2016/01/05_FDMB_NORDfire_fi_0616.pdf> Luettu 2.1.2018.
- 10 Palopellit ETPR-EI-1 ja ETPR-EI-2 -tekninen esite. Verkkoaineisto. Fläkt Woods Oy. <<http://m.flaktwoods.fi/3c327a64-b4f5-4a2c-b3df-f533f488e61d>> Luettu 3.1.2018.
- 11 Ignis CR60 -tuote-esite. Verkkoaineisto. Swegon Oy. <http://www.swegon.com/Global/PDFs/Fire%20dampers/Dampers/_fi/IGNIS-CR60.pdf> Luettu 3.1.2018.
- 12 Ignis CR2 ja CU2 -tuote-esite. Verkkoaineisto. Swegon Oy. <https://www.swegon.com/Global/PDFs/Fire%20dampers/Dampers/_fi/IGNIS_CR2-CU2.pdf> Luettu 3.1.2018.

- 13 Halton FDE -tuotetietoesite. Verkkoaineisto. Halton Group.
<https://www.halton.com/dh/BgArjLzaUPCmdagcUJsmRGWVT9FbNc6X0TfFEKafe-Nxee9BRmnEj-zCd5--_cWg5oWslT8CPOhDoNfNube7hpag-U017UaNZF1OgCE/Halton_FDE_-_fi.pdf> Luettu 4.1.2018.
- 14 Halton FDC -tuotetietoesite. Verkkoaineisto. Halton Group.
<https://www.halton.com/dh/BgArjLzaUPCmdagcUJsmRGWZH4BZZpWXgjeXR PjFe-NyL-xBH2nFiuyULMq7-Mym5NWtJm0CPOhDoNfNube7hpag-U017UaNZF1OgCE/Halton_FDC_-_fi.pdf> Luettu 4.1.2018.
- 15 FDMS Palopelti -tuote-esite. Verkkoaineisto. ETS Nord Oy.
<https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2017/08/05_FDMS_NORDfire_fi_1217.pdf> Luettu 2.1.2018.
- 16 FDMC Palopelti -tuote-esite. Verkkoaineisto. ETS Nord Oy.
<https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2016/01/05_FDMC_NORDfire_fi_1115.pdf> Luettu 2.1.2018.
- 17 Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet PKIR ja PKIS. Verkkoaineisto. Lindab Oy.
<<http://www.lindab.com/fi/Documents/Ilmastointi/esitteet%20ja%20dokumentit/Asennus-,%20k%C3%A4ytt%C3%B6-%20ja%20huolto-ohjeet%20PKIR%20ja%20PKIS.pdf>> Luettu 5.1.2018.
- 18 Halton FDI -asennusohje. Verkkoaineisto. Halton Group.
<https://www.halton.com/dh/AACZZs8JHDc-xLbBCeCoffwMX8wgHGAYTcxXZpqUyy7GFq_RbuUmK_cPFGTF3qWWI8-79sar4c34fhZZYblc9Lqe5YWQoezUjSVP8imiYwBKhsuWdZkf8PQzIPS5iMThc6W8dAHGgZU/Halton%20FDI%20-%20Installation%20Instructions> Luettu 4.1.2018.
- 19 Asennu-, käyttö ja huolto-ohje ETPS-E. Verkkoaineisto. Fläkt Woods Oy.
<<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=90782703-08fd-44cd-8a58-f615a395de83>> Luettu 5.1.2018.
- 20 Asennu-, käyttö ja huolto-ohje FK120/FK90. Verkkoaineisto. Fläkt Woods Oy.
<<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=37c4be28-9d50-44ae-b654-296a1956029a>> Luettu 5.1.2018.
- 21 Hilti FS Planner -palokatkosuunnittelu-ohjelma. Verkkoaineisto. Hilti Oy.
<<https://fsplan.fi/#login>> Luettu 14.3.2018.
- 22 Kiuru, Mikael. 2018. Technical Engineer. Hilti Oy. Sähköpostihaastattelu. 28.2.2018.
- 23 Würth palokatkovalitsin. 2017. Verkkoaineisto. Würth Oy.
<<http://docs.wurth.fi/site/fi/hidden/palokatkot/palokatkot-valitsin.php>> Luettu 15.3.2018.

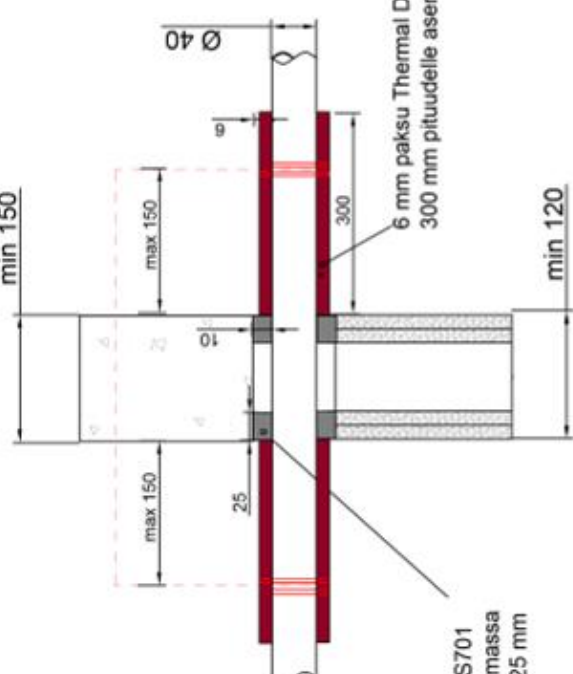
- 24 ETA 14/0443 Würth palokatkolevy. 2016. Verkkoaineisto. UL International (UK) LTD. <http://docs.wurth.fi/eta-hyvaksynat/palokatkotuotteet/palokatkolevyt/UL_ETA_14_0443_New_Board.pdf> Luettu 20.1.2018.
- 25 Lehto, Joonas. 2018. Tekninen asiantuntija. Würth Oy. Puhelinhaastattelu. 22.2.2018.
- 26 ETA 12/0045 S-, H- ja D-sarja. 2016. Verkkoaineisto. VTT Expert Services Oy. <https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5825c7a60bfbf48f64f17621/596ef54d579d9d1b96ed4c24_Sewatek_ETA12_0045_8_1_2016.pdf> Luettu 20.1.2018.
- 27 ZZ-Palokatkomansetti -detalji. 2016. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5825c7a60bfbf48f64f17621/596ef272a18e1f1ba60f4856_ZZ-Mansetti_SWT-detalji.pdf> Luettu 24.1.2018.
- 28 CFS-C P-palokatkomansetti. Verkkoaineisto. Hilti Oy. <<https://www.hilti.fi/palokatkot-ja-palosuojaustekniikka/palokatkomansetit%2C-nauhat-ja-k%C3%A4%C3%A4reet/r4831>> Luettu 3.3.2018.
- 29 Wrap nauharulla sealfire FX200 CE. Verkkoaineisto. Würth Oy. <https://eshop.wurth.fi/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/3106-B1-Site/fi_FI-/EUR/ViewCatalog-Browse?CatalogCategoryRef=31062501030206%40WuerthGroup-Wuerth-3106&CatalogCategoryID=mTQKD92dssMAAAFeq5g7AN1F&CampaignName=SR001&SelectedFilterAttribut=%255B%255D> Luettu 3.3.2018.
- 30 ZZ-2K -palokatkovaahto -detalji. 2016. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5825c7a60bfbf48f64f17621/596ef257a5fd204909481805_ZZ-Vaahto_SWT-detalji.pdf> Luettu 24.1.2018.
- 31 D-sarja kivirakenteessa. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <<http://sewatek.fi/tuote/d-kivirakenne>> Luettu 27.1.2018.
- 32 D-sarjan viemäriäpiviennit. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <<http://sewatek.fi/tuote/d-sarja-viemarilapiviennit>> Luettu 27.1.2018.
- 33 Sewatek-merkinnät. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <<http://sewatek.fi/suunnitteluohjelmat-3/sewatek-merkinnat>> Luettu 27.1.2018.
- 34 ETA 10/0212 Hilti firestop bandage CFS-B. 2014. Warrington Certification Ltd.
- 35 ETA 13/0880 Würth paloakryyli ACR läpiviennit. 2017. Verkkoaineisto. UL International (UK) LTD. <http://docs.wurth.fi/eta-hyvaksynat/palokatkotuotteet/paloakryylit/wurth_paloakryyli_acr/ETA%20pens.pdf> Luettu 4.2.2018.

- 36 ETA 16/0469 Würth System IS-R-Plus. 2016. Verkkoaineisto. ETA-Danmark A/S. <http://docs.wurth.fi/eta-hyvaksynnat/palokatkotuotteet/palowrapit/is-r_wrap/ETA_16-0469_Wuerth_ISR_Plus.pdf> Luettu 4.2.2018.
- 37 ETA 13/0791 Würth System EC endless collar. 2013. Verkkoaineisto. OiB. <http://docs.wurth.fi/eta-hyvaksynnat/palokatkotuotteet/palomansetit/endless_mansetti/ETA-13-0791_EC_-_en.pdf> Luettu 5.2.2018.
- 38 Sewatek S-sarja putkille. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <[http://sewatek.fi/tuote/s-sarja-putkille->](http://sewatek.fi/tuote/s-sarja-putkille-) Luettu 27.1.2018.
- 39 S-sarja -detalji. 2017. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5825c7a60bfbf48f64f17621/5937fccd1ac453072c0b0c48_Sewatek%20detaljikuvat%20kivirakenne%20S-sarja%2020170607.pdf> Luettu 20.2.2018.
- 40 H-sarja -detalji. 2017. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5825c7a60bfbf48f64f17621/5937fcbba1e78f72396a5b5e_Sewatek%20detaljikuvat%20kivirakenne%20H-sarja%2020170607.pdf> Luettu 20.2.2018.
- 41 ETA 11/0429 Hilti Firestop Coating CFS-CT. 2013. SITAC.
- 42 Sewatek H-sarja ontelolaatta. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <<http://sewatek.fi/tuote/ontelolaatta>> Luettu 27.1.2018.

Nullifire FR150 putkimansetti -detaljikuva

[illegible]

Nullifire FS701 palokatkomassa -detaljikuva

<div><div>FS701-PS1</div><div>Nullifire FS701 palokatkomassa 10 mm x 25 mm</div><div>6 mm paksu Thermal Defence Wrap 300 mm pituudelle asennettuna.</div></div>		<div><div>HYVÄKSYNTÄ:</div><div>ETA 14/0109</div><div>Testatut putkityypit:</div><div>Eristämättömät teräs- ja kupariputket</div><div>Ø max. 40 mm, seinämäpaksuus 0,8-14,2 mm</div><div>FS701-PS1</div><div>Paloluokka EI90</div></div>	<div>Tuotteiden asennuksessa tulee noudattaa teknisiä asennusohjeita</div>
--	--	--	--

Nullifire FB747-50 palokatkelevy -detaljikuva

FB74750-PS1
Massiivirakenteiset seinät

FB74750-PS1
Kevytrakenteiset seinät

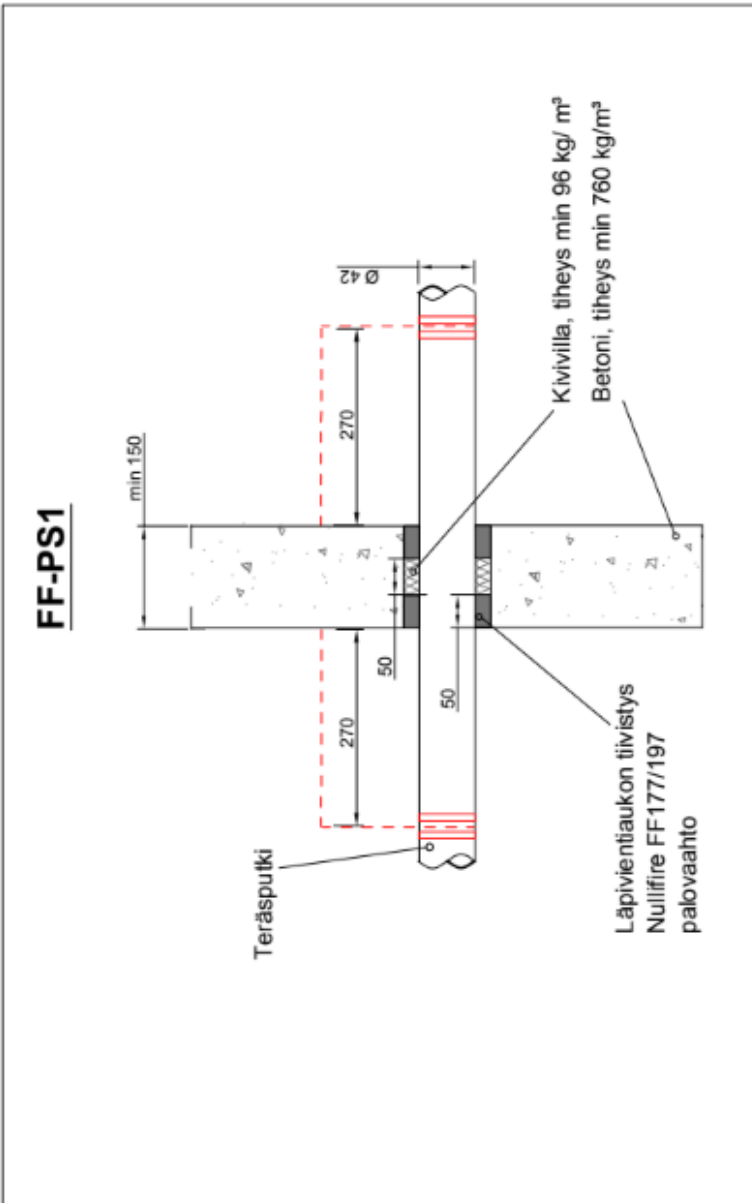

FB74750-PS1
Massiivirakenteiset seinät

FB74750-PS1
Kevytrakenteiset seinät

FB74750-PS1
Massiivirakenteiset seinät

FB74750-PS1
Kevytrakenteiset seinät


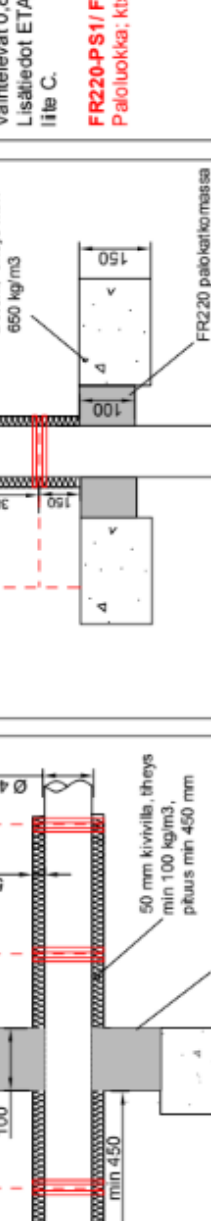
Nullifire FF177/197 palovahto -detaljikuva

<div>FF-PS1</div> 		<div>ASENNUSRATKAISU TESTATTU SEURAAVIEN STANDARDIEN MUKAISESTI: EN 13501-2: 2007 +A1:2009 EN 1366-4: 2006 Testatut putkityypit: Teräsputket Ø 42 mm Putken seinämävahvuus 3,5-14,2 mm. Paloluokka EI60</div>	
Tuotteiden asennuksessa tulee noudattaa teknisiä asennusohjeita		PW	MITTAAMA
22.3.2016		Ei mitattavaa	
DETAILIPIIRUS		FF-PS1	
<div><div>PHIISTUKSEN SISÄLTÖ</div><div>Teräsputki osastoivassa min 150 mm maassiviväisessä</div><div>SUUNNITTELU</div><div>REV</div></div> <div><p>Aukon koko Ø 62 mm</p><p>Putken kannakointi max. 270 mm läpiviennistä.</p><p>Putken asennus läpivienttiin keskitetysti.</p><p>Läpivientiaukon tiivistys Nullifire FF177/FF197 palovahto, taustalle kivillä detailiin mukaisesti.</p></div> <div><p>Nullifire has provided this specification on the basis of the data and information received from the manufacturer. The user is responsible for the final choice of technical measures and the specification must be expected to provide the level of performance stated. The product must be installed in the standard the manufacturer's instructions.</p><p>The product of this specification is the product of the manufacturer.</p><p>1. Only Nullifire products are permitted in the specification.</p><p>2. The specific products are limited by a competent person, using Nullifire products.</p><p>3. The product specification has been checked by the user.</p><p>4. For details on CE Marked Products refer to the CE Technical Data Sheets.</p><p>MAKU DOCUMENTIN SISÄLTÖ MUKAAN, TULEE HYVÄKSYÄN KÄYTTÄÄ MÄÄRITÄ</p></div>			

Nullifire FS701 palokatkomassa -detaljikuva

<div><div><div>FS701-PS2</div><div>Kevytrakenteiset seinät</div></div><div><div>FS701-PS2</div><div>Massiivirakenteiset seinät</div></div></div>		<div><div><div>ASENNUSRATKAISU</div><div>TESTATTU SEURAAVIEN</div><div>STANDARDIEN MUKAISESTI:</div></div><div><div>EN 1366-3</div><div>EN 1366-4</div><div>BS476-P120</div></div><div><div>Testatut putkityypit:</div><div>Teräs- ja kupariputket</div><div>Ø 40-159 mm mm</div><div>Pukien seinämävahvuudet</div><div>1,5-14,2 mm</div><div>Paloluokka EI60</div></div></div>		<div>Tuotteiden asennuksessa tulee noudattaa teknisiä asennusohjeita</div>
--	--	---	--	--

Nullifire FR220 palokatkomassa -detaljikuva

<p>FR220-PS1 Massiivirakenteiset seinät</p> 	<p>FR220-PL1 Massiivilaatta välipohja</p> 	<p>HYVÄKSYNTÄ: ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit: Kupariputket Ø 18-107 mm Valurautaputket Ø 18-107 mm Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm. Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1 Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>Tuotteiden asemuksessa tulee noudattaa teknisiä asennusohjeita</p>
<p>Putken kannakointi ja eristys detailjen mukaisesti.</p> <p>Max. aukon koko 1100 x 1100 mm.</p> <p>Max. täyttöaste 60 %.</p> <p>Aukkojen väli min 200 mm.</p>	<p>Paloluokka</p> <p>EI30</p> <p>EI120</p>	<p>Putki</p> <p>Kupari ja valurauta Ø 18-107 mm</p> <p>Teräs Ø 40-165 mm</p>	<p>Läpiviennit seinissä ja välipohjissa</p>
<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>
<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>
<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>	<p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>ETA 14/0337</p> <p>Testatut putkityypit:</p> <p>Kupariputket Ø 18-107 mm</p> <p>Valurautaputket Ø 18-107 mm</p> <p>Teräsputket Ø 40-165 mm</p> <p>Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 0,8-5 mm.</p> <p>Lisätiedot ETA- hyväksyntä/ liite C.</p> <p>FR220-PS1/ FR220-PL1</p> <p>Paloaluokka; kts. taulukko alla.</p>